E/CONF.39/A/108
12 Oct.1962
ORIGINAL : ENGLISH

UNITED NATIONS CONFERENCE
ON THE APPLICATION OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
FOR THE BENEFIT OF THE LESS DEVELOPED AREAS

Agenda Item: A.4.2.3

India

TRAINING OF GEOLOGISTS AND TECHNICIANS FOR OIL EXPLORATION AND REFINING

By Shri P.R. NAYAK,
Member, Oil and Natural Gas Commission
and Managing Director,
Indian Refineries Limited,

and Engineer Cheorghe TANSESCU
Ministry of Oil and Chemical Industries,
Government of the Rumanian People's Republic,
Bucharest

Papers have been contributed to the United Nations Conference on the Application of Science and Technology for the Benefit of the Less Developed Areas as working papers for that Conference. They are published as presented by the contributors, and the contents and the views expressed are those of the contributors. (See notes overleaf.)

NOTES

1. Papers selected for inclusion in General Sessions will be available at the Conference in the following official languages of the United Nations: English, French, Russian and Spanish.

2. Papers selected for inclusion in Specialized Sessions will be available at the Conference in only one of the above official languages.

3. Summaries of all papers, as submitted by contributors, will be available at the Conference in the following official languages of the United Nations: English, French, Russian and Spanish.

4. Papers and summaries will not be available for general distribution in advance of the Conference. They will be published in advance in limited quantities only for the use of delegations of participating governments and of other authorized participants. Post-Conference publication and general distribution of the Conference Proceedings will follow United Nations practices as laid down by the United Nations Publications Board.

TRAINING OF GEOLOGISTS AND TECHNICIANS FOR OIL EXPLORATION AND REFINING

By
Shri P.R.Nayak, Member, Oil & Natural Gas Commission
and Managing Director, Indian Refineries Limited.

And
Engineer Tanasescu Gheorghe,
Ministry of Oil & Chemical Industries,
Government of the Rumanian People's Republic, Bucharest.

I. THE APPROACH TO OIL DEVELOPMENT IN INDIA.

The demand for oil products.

1. The demand for petroleum products in India rose from 2.2 million tons in 1948 to 7.7 million tons in 1960 and to about 8.4 million tons in 1961. The demand estimate for 1965-66 is 14 million tons, but if the more recent rate of growth is a good guide, the demand may actually go up to about 17 million tons by then. An annual demand of about 25 million tons by 1970-71 and of 40 million tons by 1975-76 may, therefore, be regarded as conservative. The cumulative consumption of crude oil over the next 15-year period would thus be about 325-350 million tons. Were all this imported, the cost at current prices may be Rs.26000-28000 millions. Apart from the heavy drain on foreign exchange involved in imports on this scale, the difficulties likely to arise in times of emergency may hinder industrial activity and produce an adverse effect on national security.

The need for a planned approach.

2. In view of the vital importance of petroleum as a source of energy and as a raw-material for industry, and of the dependence of the petroleum industry on other key industries, the need for formulating a comprehensive and well-balanced programme for the oil industry, in the context of an integrated long-term plan of economic development, is self-evident. This is confirmed by the experience of the Rumanian oil industry, which was able to recover from a continuous fall in production (from 8.7 million tons in 1938 to less than 3 million tons in 1945) only after embarking on a planned development of her economy; now the output of the Rumanian oil industry is nearly 12 mil. tons/year. Rumanian and Indian experiences tend to show that when the responsibility for the search for oil is entrusted to foreign interests, the results may be unsatisfactory from a national view-point. In both countries, a spectacular rise has occurred only when these activities came under governmental responsibility.

3. Under present conditions, for developing countries such as India, the national government must assume a major responsibility for the development of its petroleum industry, and particularly of exploration as a national service in a vital sphere. Keeping the above broad considerations in view, the Government of India have included "Mineral Oil" under Schedule "A" in their Industrial Policy Resolution of April 1956. In the result, the future development of the petroleum industry in this country will be the exclusive responsibility of the State. This policy, however, does not exclude and has not in actual practice excluded the participation of private interests jointly with the State in exploration and other activities in a manner that is conducive to

national interest.

4. In a plan of development for the oil industry, it is necessary for the State to make adequate provision for geological and geophysical work, as well as extensive and intensive exploratory activity, on a continuous basis, till the oil and gas potentialities of the sedimentary basin are evaluated in a convincing manner. For carrying out such a plan, substantial financial resources, large quantities of different types of equipment and large numbers of technical personnel trained for various specialised jobs will be required. The experiences of the Rumanian and Indian petroleum industries provide ground for believing that financial resources will be forthcoming; that equipment can be obtained from friendly countries abroad and can also be increasingly manufactured indigenously; and that a new generation of young men can learn the skills rapidly. In Rumania, for example, up to 1948, all the oil equipment was imported. Now, the country's mechine building industry produces all kinds of oil equipment for its own needs and for export.

5. While some results can be accomplished with smaller financial resources and limited equipment, no progress can be expected in the absence of suitably trained manpower. Well-coordinated and continuous technical training programmes for the petroleum industry are, therefore, of supreme importance. If effective and timely measures in this matter are not taken, the industry may be unable to fulfil its urgent tasks during the Third Five Year Plan, and future development programmes, aimed at seeking self-sufficiency during the Fourth and Fifth Five Year Plans, will also be seriously jeopardised.

International Cooperation.

6. When the Government of India decided to take up oil exploration and refining as public sector activities, Rumania and the Soviet Union, possessing well-established petroleum industries, first came to India's help with equipment and technical and financial aid on a large scale. As a result, about 38 drilling rigs, a good deal of lifting, transporting, workshop and production equipment, and equipment for the establishment of a refinery capacity of 4.75 million tons have been or will be made available during the Third Five Year Plan. These countries have also given the services of their specialists and facilities for training Indian personnel in their institutes and oil fields. The Governments of several other countries and international agencies have also provided scholarships for training Indian personnel. Latterly, credit facilities and technhical assistance have been offered by the Government of France and Ente Nazionale Idrocarburi (ENI) for carrying out specific exploratory jobs on a contract basis and for other oil developments.

II. TECHNICAL MANPOWER REQUIREMENTS.

A fifteen year perspective of development.

7. It was stated in paragraph 1 that, if India's estimated crude requirements over the next 15-year are to be met wholly by import and expenditure of Rs.26000-28000 millions, most of it in foreign exchange, will have to be incurred. The objective of achieving self-sufficiency in petroleum products during this period must be regarded as economically desirable; and an investment of at least Rs.25,000 millions during the Third, Fourth and Fifth Five Year Plan would be a sound proposition. On the basis that investment of this magnitude is practicable and that an annual production of about 35-40 million tons of oil by 1975-76 can be obtained from India's sedimentary basins, it is considered that a development programme of the following magnitude may be necessary for

achieving long-term objectives:

Table 1.

Items	1965-66	1970-71	1975-76
(a) Geological parties	20	25	25
(b) Seismic parties	30	50	60
(c) Number of deep drilling rigs	52	120	240
(d) Meterage to be drilled (million meters)	1.2	3.8	10.5
(e) Number of new oil fields, each with an annual production of 2 million tons to be constructed.	4	4.5	5.6
(f) Additional refinery capacity to be installed (million tons)	4.75	12	15

9. The technical manpower requirements have been worked out on the basis of the following norms based on recent Indian experience :

Table 2.

Items of work	Unit	Persons with Higher Education	Persons with School Education
(a) GEOLOGICAL & GEOPHYSICAL EXPLORATION.			
i) Geophysical field work	Persons/party	4	4
ii) Gravity-cum-magnetic work	- do -	5	8
iii) Seismic work	- do -	6	23
iv) Electrologging work	- do -	6	7
(b) DEEP DRILLING.			
i) Operation of deep drilling rigs.	Persons/rig	12	55
ii) Well-site gedogy	- do -	5	4
iii) Workshop facilities (at drillsite and for manufacture & capital repairs)	- do -	12	60
(c) PRODUCTION.	Persons/2 million oil field.		
i) Oil field construction		70	425
ii) Operation of work-over rigs	Persons/rig.	8	30
iii) Current production and oil-field maintenance	Persons/2 million oil field.	75	375
(d) REFINING.	Persons/2 million ton refinery.		
i) Construction		180	1800
ii) Operation and maintenance	- do -	300	960

10. The technical manpower requirements of the public sector oil industry over the 15-year period (1961-1976), as estimated on the basis of the norms adopted, are tabulated

in the following table :

Table 3.

Item of work.	Actual position on 31-3-1962		Total requirement by 1965-66		1970-71		1975-76	
(a) Persons with higher education.		%		%		%		%
Geological	310	27	840	20	1420	13	2460	13
Geophysical	254	23	446	11	758	7	1198	6
Drilling	329	29	1404	33	3240	29	6480	34
Production	33	3	394	9	1386	12	2190	12
Refining	202	18	1160	27	4290	39	6540	35
Total of (a)	1128	(100)	4244	(100)	11094	(100)	18868	(100)
(b) Persons with school education.								
Geological	309	10	784	5	1640	4	2480	4
Geophysical	375	12	1025	6	1633	4	2125	3
Drilling)	1992	64	6760	41	15600	37	31200	448
Production)			1600	10	5963	14	8775	14
Refining	447	14	6160	38	17400	41	19800	31
Total of (b)	3123	(100)	16329	(100)	42236	(100)	64380	(100)
Total of(a) & (b)	4251		20573		53330		83248	

Approach to the problem of technical training.

11. The efforts so far made by the Government of India to bridge the gap and the steps proposed to be taken to enlarge the availability of the necessary personnel are detailed below.

12. Foreign Experts. During the initial stages of oil exploration, production and refining in the public sector, when only a small number of Indians were familiar with the requisite skills, the assistance of experts from foreign countries was inescapable. Thus, in 1956-57, 58 foreign experts, including 21 from Rumania and 31 from the Soviet Union were invited to India. During 1960-61 and 1961-62, on an average, about 274 foreign experts - 170 from the USSR, 89 Rumanians and the rest from other countries - have been helping in exploration, production and refining operations. But the accumulation of experience and the returns from the proposed institutes and training centres are expected to substantially reduce the requirements of foreign personnel in due course.

Training of Indian personnel in foreign countries.

13. By the 31st March 1962, about 308 Indians have been trained for the oil industry in the USSR, Rumania, U.K., USA, Germany, France, Italy, Hungary and Iran. As a result of this foreign training and of the training imparted within the country, a sufficient number of specialists have been made available for carrying out basic geological, geophysical, drilling and refining operations for present needs. Hereafter, it will be necessary to send Indians abroad only for training in fields for which facilities do not exist within the country or cannot be created in the near future.

Expansion of training facilities in India.

14(a) The public sector oil industry has now reached a stage of development which demands a large number of specialists and technicians. Adequate and timely measures have, therefore, to be taken for expanding the existing training facilities and creating new ones. Some steps in this direction have already been taken. Thus, a number of

universities and institutes have introduced degree and post-graduate courses in geology, and six universities have made arrangements for specialisation in various branches of pure and applied geology and geophysics. The drilling school of the Oil & Natural Gas Commission, which started functioning at Dehra Dun in May 1961, is producing about 50 drilling personnel per year.

(b) Arrangements have been made to establish a Research and Training Institute under the Oil & Natural Gas Commission, with aid from United Nations Special Fund. It will offer training facilities in petroleum geology, geophysics, logging techniques, mud and cementation and drilling and production to university graduates specially selected for this purpose; it will also undertake applied research and organise refresher courses for Oil & Natural Gas Commission personnel engaged in oil exploration, development and production.

(c) An Indian Institute of Petroleum has been set up under the Ministry of Scientific Research & Cultural Affairs and the Council of Scientific and Industrial Research with aid again from the United Nations Special Fund. This institute will deal with the research and training problems connected with the evaluation, refining and processing of crudes, transporting and marketing, testing of finished products and the optimum utilisation of by-products with special reference to the establishment of a petro-chemical industry. A training wing of the IIP will have facilities for training 100 persons at a time.

(d) The Oil & Natural Gas Commission has established three training institutes at Cambay, Bareilly and Sibsagar for training welders, fitters, mechanics, operators, etc. To begin with, these three institutes together will turn out about 400 technicians per year. But the capacity of the institutes is proposed to be augmented in the near future.

15. A comparison of the requirements and the availability of technical manpower for the Indian oil industry, as a result of the measures taken so far indicates that further steps are necessary to meet requirements in three categories, viz. (a) drilling and production engineers and refinery operators; (b) technicians with school education; and (c) engineers for design and project work.

16(a) During the Third Five Year Plan, the requirements of drilling and production engineers will have to be met, as in the past, by recruiting suitable science graduates and engineering graduates or diploma holders and imparting on-the-job training to them. It may, however, be better to set up a separate institute for training drilling and production engineers. Such an institute would impart instruction over a 4/5 year period of under-graduate study in a specially prepared curriculum in basic engineering subjects and drilling, production, etc. in an integrated manner. The desired annual out-turn of the Institute may be of the order of 200 drilling engineers and 125 production engineers, to begin with, and 300 drilling engineers and 125 production engineers by 1970-71.

(b) The Third Plan requirements of refinery operators will have to be met by training 400 science and engineering graduates in centres attached to the existing refineries. During the Fourth and Fifth Plans, these centres can turn out more than 100 trained operators per year, a number sufficient to meet requirements. In Rumania the geologists and engineers for all sectors of the oil industry are trained at the "Oil, Natural Gaz and Geological Institute". From its foundation on 1948, more than 2,000 geologists and engineers, many of them from foreign countries have graduated from the Institute.

17. Training of technical personnel with school education.

During the Third Five Year Plan, India as a whole will require about 1.3 million craftsmen. The petroleum industry's requirement of about 16,000 technical personnel with secondary education during this plan period can be met, if at least 50 % are

trained within the industry itself. As mentioned earlier, three training institutes one each in Gujarat, Uttar Pradesh and Assam have already been started. It will be necessary to attach such institutes to each oil field, workshop and refinery that will be put into operation over next three plan periods, so as to raise the total annual out-turn to over 3,000. In Rumania the training of technicians on a medium level is made in 10 technical schools, located at the important centres of the oil industry, which prepare the specialists for all the branches of the oil industry. The duration of the course is 3 years. Qualified workers, for all professions necessary in the oil industry, are trained in 18 technical schools for apprentices, where students with 7 years education (age limit 14 to 16 years) are allowed to enter; the training lasts 3 years. In every oil field and refinery, there are technical schools for training such skilled workers as have experience of at least 1 year.

Training of engineers for design and project work.

18. The continuous construction of oil fields, refineries and equipment, as well as the continuous modernisation of these activities, require the setting up of Desigh and Projecting Units. In Rumania, there are two Research Institutes and two Project Institutes as follows:

The Research Institute for Drilling and Extraction, Cimpina;
The Research Institute for the Refining of Oil & Petrochemy (Petrochim), Ploiesti;
The Institute for the Designing of oil fields, Ploiesti;
Designing Oil Installations Institute, Ploiesti.

These institutes are covering all the requirements of the oil industry and are guiding all the related activities on the technical-scientific plane. In India a beginning in this direction has already been made at the Research and Training Institute and at the Indian Institute of Petroleum at Dehra Dun; similar units may also be organised as adjuncts to different oil enterprises.

III. INDO-RUMANIAN COOPERATION IN THE OIL INDUSTRY

The origin of Rumanian assistance.

19. Rumanian cooperation in the last few years in India's development of the oil industry has covered a wide and comprehensive field of activity. The Rumanian oil industry has a long history and has reached a high level of development. It operates more than 200 rigs, produces about 12 million tons of crude per year and has a refinery capacity of over 12 million tons per annum. In addition, in 1961 it produced 96 drilling rigs and allied drilling equipment, all types of production equipment, and more than 37,000 tons of technological equipment for the chemical industry and for crude oil processing.

20. The visit of an Indian delegation, led by Shri K.D. Malaviya, then Minister for Mines & Oil, Government of India, to Rumania (and the USSR) in the summer of 1955 can be regarded as the starting point of foreign collaboration in launching India's oil industry on its new career of a Government activity. In the winter of the same year, the first blue print of a plan for oil exploration in India during the Second Five Year Plan was drawn up.

Rumanian assistance for exploration drilling.

21. In view of the Government of India's obvious interest in oil developments, the Rumanian Government sent a deep drilling rig for demonstration at the Indian Industries Fair held in New Delhi towards the close of 1955. In March 1956, this rig was purchased

by the Oil & Natural Gas Commission and was used for drilling Jawalamukhi No.1, the first well to be drilled by the public sector oil industry in India. From then onwards, Rumanian technicians have been actively associated with exploration and drilling activity in this country. In the beginning of 1956-57, 21 Rumanians were assisting in carrying out drilling operations. At present the number of Rumanian rigs in use in India is 7. In addition to these rigs and their accessories and spare parts, the Rumanian Government has supplied workshop and other equipment also.

22. By the beginning of the Third Five Year Plan, the number of Rumanian technicians working in India had increased to 38. The fact that, though during the last 6 years, the number of Rumanian rigs has increased from 1 to 7, and that, nevertheless, the number of Rumanian technicians rendering assistance to operation has increased relatively to a small extent only indicates the sustained and continuous efforts made by Rumanian experts in helping Indian personnel to learn the drilling techniques rapidly. A notable feature of the deputation of Rumanian technicians to India for oil exploration as well as for refining is the comparatively modest cost of the services, particularly with reference to the emoluments payable to them.

Rumanian assistance for refining.

23. Following the discovery of the Nahorkatiya and Moran oil fields in Assam in the fifties, the Government of India decided to set up two public sector refineries, one each in Assam and Bihar, for processing the crude. This was followed by an approach to many countries, possessing experience in oil refining for assistance in launching these enterprises. At this juncture, in February 1958, the Rumanian Prime Minister, then on a visit to India, made a generous offer of technical and financial aid in setting up a refinery at Gauhati in Assam, the first refinery in India's public sector oil industry. In accordance with an Indo-Rumanian Agreement signed in October 1958, the Government of Rumania undertook to design the refinery, supply plant and equipment, depute Rumanian technicians to assist in the construction and commissioning of the refinery and receive Indian technicians in Rumania for training in the design, erection and operation of refineries. A credit of Rs.5.23 crores, at 2½ % interest repayable in 7 years, was also made available.

24. According to the training programme drawn up, 54 Indians were trained for periods of 4 to 12 months. For about three months, the trainees studied theoretical courses at the Institute of Petroleum, Gas and Geology, Bucharest. The trainees were also given practical training in their respective specialities at the various refineries under construction or operation in Rumania. Besides training on the working of the various units, which were to be provided in the Gauhati Refinery, the practical training included maintenance, shut-down planning, training in instrumentation, fire fighting, equipment inspection, cost estimating, oil accounting, storage and loading and work on specific design problems at the Design Institute of Ploiesti. During the training period all the trainees were given periodic tests and reports on their progress and performance were kept on record.

25. Under the Indo-Rumanian agreement for the setting up of the Refinery, 56 Rumanian experts were deputed to India for assistance in refinery construction and erection. Some of these and new ones, totalling 52 in all, were also made available for the testing and commissioning of the refinery.

Results of the cooperation.

26. As mentioned earlier, Rumanian assistance has enabled India to own and operate the very first rig and the very first refinery in the public sector oil industry. Nor

was the assistance merely well-begun. It has continued over the last six years in the spirit of helping the development of an important industry in a friendly country and has produced very fruitful results. The fact that the Rumanian Government is not only continuing the process of technical assistance, but is also taking a keen interest in the technical manpower training programmes, indicates Rumania's genuine desire to speed the progress of India's oil industry. The assistance has, moreover, been given on a basis which permits the fulfilment of mutual interests and maintains equality between aid-giving and aid-receiving countries.

---

889 E - Oct.1962 - 1,600

E/CONF.39/A/108/Corr.
21 Jan.1963
ORIGINAL : ENGLISH

UNITED NATIONS CONFERENCE
ON THE APPLICATION OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
FOR THE BENEFIT OF THE LESS DEVELOPED AREAS

C O R R I G E N D U M

On cover page, read :

" INDIA/ROMANIA "

instead of :

"India".

889 E - Jan.1963 - 1,600

E/CONF.39/A/109
12 Oct.1962
ORIGINAL : FRANCAIS

CONFÉRENCE DES NATIONS UNIES
SUR L'APPLICATION DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNIQUE
DANS L'INTÉRÊT DES RÉGIONS PEU DÉVELOPPÉES

Point de l'ordre du jour : A.5.1

France

LA FORMULE DES BUREAUX DE RECHERCHES GEOLOGIQUES ET MINIERES

Par C. BEAUMONT,
Ingénieur des Mines,
Directeur Technique du Bureau
de Recherches Géologiques et Minières,
Paris

Les mémoires rédigés à l'intention de la Conférence des Nations Unies sur l'application de la science et de la technique dans l'intérêt des régions peu développées sont des documents de travail. Ils sont publiés tels qu'ils ont été présentés et les assertions et opinions qu'ils contiennent sont celles de leurs auteurs.

NOTES

1. Les mémoires choisis pour être présentés en séance générale pourront être obtenus à la Conférence dans les langues officielles suivantes des Nations Unies: anglais, espagnol, français et russe.

2. Les mémoires choisis pour être présentés en séance spéciale pourront être obtenus à la Conférence dans l'une seulement de ces langues officielles.

3. Les résumés qui ont été rédigés pour tous les mémoires par les auteurs de ceux-ci pourront être obtenus à la Conférence dans les langues officielles suivantes des Nations Unies: anglais, espagnol, français et russe.

4. Préalablement à la Conférence, les mémoires et les résumés ne feront pas l'objet d'une distribution générale mais d'un tirage restreint destiné aux délégations des gouvernements et autres participants officiels. La publication et la distribution générale des actes de la Conférence s'effectueront conformément aux règles et pratiques agréées par le Comité des publications des Nations Unies.

LA FORMULE DES BUREAUX DE RECHERCHES GEOLOGIQUES ET MINIERES

C. BEAUMONT
Ingénieur des Mines
Directeur Technique du Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Paris.

1. Nous analyserons successivement dans notre exposé quelques conditions particulières de l'industrie minière, puis les possibilités qui s'offrent à un Gouvernement désireux de développer l'exploitation des ressources de son sol. Nous aboutirons ainsi à montrer l'intérêt de la formule des bureaux de recherches géologiques et minières, mise au point par la France.

a) S'il est un lieu commun de dire que les conditions de la vie moderne ont profondément modifié tous les domaines de l'activité humaine, le fait est particulièrement vrai dans celui que nous allons explorer dans cet exposé : celui de l'industrie minière. Par ce terme, nous entendons non pas seulement l'industrie extractive des minerais, hydrocarbures, et matériaux divers, considérée dans ses différentes phases (recherche, mise en exploitation, exploitation), mais également la recherche et l'exploitation des ressources hydrauliques souterraines, et toutes les applications de la géologie : travaux publics, génie civil, génie nucléaire, etc... Ce sont en définitive toutes les activités humaines liées à la connaissance du sous-sol dont nous allons examiner l'évolution.

Les caractéristiques de ces activités ont donc considérablement changé : il n'y a rien de commun entre la ruée vers l'or de la fin du XIXè siècle et la recherche longue et difficile de gisements profondément enfouis par des méthodes géophysiques et géochimiques, rien de commun entre le creusement du puits familial et le patient établissement de l'inventaire de ressources hydrauliques tendant à assurer l'approvisionnement en eau des grandes agglomérations.

b) Sur le plan technique, l'objet des recherches du géologue moderne est très différent de celui que poursuivait son aîné. Les gisements les plus faciles à mettre en évidence, ceux qui se signalaient au promeneur par un affleurement, par une anomalie de la morphologie ou de la végétation, ont été depuis longtemps découverts, sinon exploités. La quête du géologue s'oriente vers ce qu'il est convenu d'appeler les "gisements cachés", ceux qui se trouvent profondément enfouis sous une épaisse couverture de terrain superficiel, ou bien simplement masqués par une abondante végétation qui peut dissumuler au prospecteur l'affleurement pourtant très proche. Par ailleurs, alors que le géologue recherchait jadis un petit nombre de minerais usuels, il ne saurait maintenant rester indifférent à des éléments plus rares, autrefois considérés comme une curiosité minéralogique : presque tous les éléments de la classification de Mendéléef ont trouvé leurs usages spécifiques. Enfin, il faut souligner que la recherche minière, activée par la disparition des gisements riches à haute teneur, a dû s'orienter vers la mise en évidence de gîtes à très faibles teneurs, dans lesquels les minéraux utiles ne sont quelquefois pas visibles.

Dans le domaine de l'eau, la recherche est également plus difficile. Il est nécessaire de faire appel à des ressources de plus en plus profondes, alors que les conséquences de l'activité humaine sur les nappes souterraines posent des problèmes non seulement de quantités (importance des débits extraits), mais aussi de qualité (pollution due aux industries).

c) Sur le plan économique, l'évolution est aussi sensible. L'industrie extractive fut, jusqu'à un passé récent que l'on pourrait situer autour de la crise de 1929-1930, essentiellement spéculative. Le chercheur d'or ou de diamants pouvait, en cas de coup heureux, réaliser de substantiels bénéfices ; il est vrai que beaucoup se ruinaient ou menaient une existence misérable, mais la prospection avait néanmoins pour ressort la recherche d'un profit individuel direct. Le régime fiscal de l'époque laissait d'autre part au bénéficiaire la quasi-totalité de ses gains. De plus, la consommation des quelques minerais demandés par la métallurgie était sinon constante, du moins peu variable ; les cours des métaux usuels étaient en conséquence assez stables, et le prospecteur pouvait faire un pronostic, valable pendant de longues années, sur la valeur du minerai éventuellement découvert. Aujourd'hui au contraire, le marché des minerais, des hydrocarbures et des matériaux se caractérise par son instabilité. Dans les économies modernes en pleine évolution, les prévisions de consommation sont difficiles à faire : un ralentissement du rythme d'expansion peut venir infirmer complètement l'extrapolation d'une courbe de consommation. Les crises politiques internationales ont évidemment un effet désastreux, chaque Etat cherchant à se prémunir rapidement contre une pénurie dans ses approvisionnements de matière première. L'influence sur les cours de cette variation de la demande est extrêmement sensible : malgré les ententes internationales touchant un certain nombre de minerais, le prix des métaux varie dans de larges proportions : il suffit de rappeler, pour s'en convaincre, que le tungstène se vendait, au moment de la guerre de Corée, dix fois plus cher qu'à l'heure actuelle. L'abaissement relatif du coût des transports et des frets maritimes augmente encore l'instabilité de la vente minière d'une exploitation donnée : alors qu'autrefois une mine jouissait d'une certaine protection géographique, la découverte d'un nouveau gisement, même à des dizaines de milliers de kilomètres, peut venir compromettre gravement les possibilités de vente de ses produits.

d) Cette double évolution technique et économique a pour conséquence une modification très sensible des structures de la recherche minière, et plus généralement des activités de géologie appliquée.

Alors qu'autrefois la prospection et la recherche d'eau pouvaient être le fait d'un individu, la plupart des travaux doivent être maintenant réalisés par des équipes de chercheurs et d'ingénieurs solidement appuyés par des moyens matériels et financiers importants. La difficulté des conditions techniques de la recherche impose de recourir à des disciplines de plus en plus variées, donc à des chercheurs de formations diverses : géologues, géophysiciens, minéralogistes, chimistes, sondeurs, spécialistes du traitement des minerais, de l'épuration de l'eau, des problèmes de "réservoir", de mécanique des sols, etc... L'instabilité des conditions économiques condamne - sauf de rares exceptions - le prospecteur qui ne dispose pas de moyens suffisamment importants et qui ne peut étaler son effort sur de nombreuses années : il faut rappeler à cet égard que l'industrie minière est une industrie lourde, dans laquelle les réalisations ne suivent les premières découvertes qu'après plusieurs années de décalage ; l'existence de cycles dans les cours des minerais va à cet égard à l'encontre de ce qui serait nécessaire : il serait souhaitable que les recherches de nouvelles réserves soient faites en période de haut cours, alors que les bénéfices le permettraient, afin de mettre en évidence du minerai à haute teneur, exploitable dans les périodes de bas cours : l'euphorie des cours élevés, à la faveur desquels il est possible d'exploiter les minerais à basse teneur, ne pousse pas le mineur à exécuter des recherches, et les régimes fiscaux n'admettent que rarement la constitution de provisions pour reconstitution de gisement.

La recherche minière a donc été réalisée par des organismes ou sociétés de plus en plus importants, mais au nombre de plus en plus limité. Cette concentration, en fait, ne suffit maintenant que dans le cas de sociétés minières ayant une importance mondiale.

Dans la plupart des pays, l'Etat a dû prendre une responsabilité croissante dans la recherche et l'exploitation des ressources hydrauliques et minières du sous-sol : la probabilité d'une découverte heureuse étant faible, il devient nécessaire de répartir les efforts de prospection en exécutant un grand nombre d'études. Seul l'Etat peut alors réunir les moyens humains et matériels nécessaires, d'autant plus qu'il lui revient de prendre les mesures indispensables pour pallier autant que possible les conséquences néfastes d'une pénurie dans l'approvisionnement en matières premières du pays en cas de crise politique.

e) Même si la probabilité de réussite est faible et si la prospection coûte cher, les finances publiques doivent en accepter le risque car l'industrie minière revêt une importance économique non négligeable. Les ressources du sous-sol sont parmi les premières qu'un pays en voie de développement doit essayer de mettre en valeur. Si l'on considère l'évolution de l'activité économique de différents pays, on constate que la part prise par l'industrie minière est très généralement décroissante, mais qu'elle fut très souvent à l'origine du développement économique. Elle conditionne en effet la création des industries de transformation, introduisant ainsi directement et indirectement dans le pays des distributions de revenus qui permettent à leur tour la fabrication de biens de consommation. Les investissements induits qu'entraîne l'industrie extractive sont donc beaucoup plus importants que ne le ferait apparaître la seule considération de son chiffre d'affaires.

L'importance économique des autres applications de la géologie n'est pas moins grande. Il est devenu classique d'affirmer que l'eau constituait la première des ressources minérales, et le fait est particulièrement évident dans les pays de la zone subtropicale. Les études géologiques de génie civil ont de leur côté conduit à de substantielles économies, assez souvent de dix fois plus élevées que les sommes dépensées, ou évité par exemple d'édifier des ouvrages de plusieurs centaines de millions que le sol n'aurait pu supporter. Que dire également du danger que représente la pollution d'une nappe souterraine par des produits chimiques et radioactifs, et que les études hydrogéologiques permettent de prévenir.

2. a) On assiste ainsi, depuis surtout 20 ans, à une participation de plus en plus active de la puissance publique à la prospection et l'évaluation des ressources minérales qui se fondent de plus en plus sur des études d'ordre scientifique seules susceptibles d'assurer le succès à moindres frais tout en diminuant les risques d'échec. Cette participation de la puissance publique peut revêtir toutes sortes de formes, mais il est possible d'en distinguer trois types, dans les diverses formules utilisées jusqu'ici dans les pays en voie de développement

b) L'une des méthodes possibles est de mettre sur pied, auprès de l'administration du pays, plus précisément auprès de la direction administrative de la géologie et des mines, un organisme disposant de l'ensemble des moyens scientifiques et techniques nécessaires à l'exécution de tous travaux de géologie appliquée : prospection, hydrogéologie, géologie de génie civil ; en fait, ces travaux appliqués ne sont réalisables que s'ils s'appuient sur une infrastructure géologique générale : l'organisme spécialisé sera donc également chargé du levé et de la publication de la carte géologique, qui s'appuiera à son tour sur des études scientifiques de portée générale ; on aura ainsi rassemblé un ensemble cohérent de recherche des ressources du sous-sol, à l'exception peut-être de certaines techniques telles que sondages ou prospection géophysique pour lesquelles il est possible de faire appel si besoin est, à des entreprises spécialisées. Un tel organisme n'a pas le plus souvent à déterminer lui-même sa politique de recherche qui lui est définie par le gouvernement. Il ne prend pas part à l'exploitation des richesses découvertes, laissant à l'industrie privée, une fois la prospection générale achevée, le soin de faire les études d'indices et la reconnaissance des gisements. Ainsi se trouve définie la vocation des "services géologiques", fréquents dans les pays africains de langue anglaise, sous le nom de "Geological Survey".

c) Toutefois, la constitution d'un organisme de ce type n'est pas chose facile, et elle requiert des moyens importants. Les disciplines scientifiques et techniques mises en oeuvre dans l'industrie minière utilisent des matériels de plus en plus perfectionnés : les laboratoires de chimie, de minéralogie, exigent l'acquisition d'un matériel coûteux; les véhicules de brousse, malgré les progrès considérables faits depuis 15 ans, sont rapidement à bout de souffle ; pour exécuter les recherches dans les meilleures conditions possibles, il faut pouvoir disposer de toute une gamme d'appareils et d'engins qui souvent ne seront utilisés qu'à temps partiel. Plus difficiles à réunir encore sont les moyens humains : le personnel de la recherche, de plus en plus spécialisé, est difficile à trouver ; conscient de sa valeur, il est aussi conscient du fait qu'il ne pourra aboutir seul et qu'il n'a de chances de réussir qu'au sein d'équipes soigneusement choisies et dotées du matériel indispensable. Enfin, qu'il s'agisse de rassembler du matériel ou des hommes, il faut beaucoup de temps, et c'est là, en dehors des difficultés financières sur lesquelles il est inutile d'insister, l'écueil le plus dangereux : il faut savoir par exemple qu'un laboratoire ne pourra fournir des résultats sûrs qu'après plusieurs mois de fonctionnement continu, qu'une équipe de géologues ne donnera son plein rendement qu'après plusieurs années.

Pour le pays désireux d'aller vite, désireux de développer au mieux son économie sans passer par cette phase transitoire de tâtonnements improductifs, il est toutefois une autre possibilité : faire appel à des organismes spécialisés existants dans les pays étrangers. Cette solution est adoptée par la grande majorité des Etats Africains d'expression française et par d'autres pays en voie de développement. La France met en effet à leur disposition le Bureau de Recherches Géologiques et Minières, qu'elle a développé, afin de concourir au perfectionnement des connaissances géologiques de ces pays, et d'aider à la mise en oeuvre des ressources de leur sol. Le B.R.G.M. rassemble en effet les moyens scientifiques et techniques autrefois détenus par le Bureau de Recherches Géologiques, Géophysiques et Minières de la France Métropolitaine (BRGGM), le Bureau Minier de la France d'Outre-Mer (BUMIFOM), le Bureau Minier Guyanais (BUMIG), le Bureau de Recherches Minières en Algérie (BRMA), les Directions Fédérales des Mines et de la Géologie de l'ancienne Afrique Occidentale Française et de l'ancienne Afrique Equatoriale Française et de la Carte Géologique de Guyane. La création du B.R.G.M. a ainsi évité la dispersion de spécialistes de grande valeur, qui avaient acquis au cours de longues études de terrain une connaissance précise de la géologie de ces pays. Le rassemblement de ces divers organismes au sein du B.R.G.M. a considérablement développé son potentiel. Sachant qu'ils peuvent faire appel au concours d'un organisme puissamment outillé, prêt à leur apporter son aide, les Etats en voie de développement ne se trouvent pas dans la nécessité de créer l'infrastructure de prospection onéreuse et difficile à mettre sur pied dont nous avons parlé plus haut. Ils évitent également l'écueil de l'expert isolé : on ne saurait trop insister en effet sur le fait que la recherche moderne est un travail d'équipe, qu'un expert compétent peut certes dresser des plans de développement cohérents, mais que ce travail reste stérile s'il n'est pas suivi par des réalisations qui ne peuvent être le fait que d'ensembles solidement charpentés.

Le B.R.G.M. contribue également dans une large mesure, à la formation de cadres techniques dans les pays en voie de développement. Ceci peut s'effectuer notamment par l'accueil de stagiaires (problème exposé par ailleurs dans l'exposé de M. LEFEVRE). Mais on voudrait souligner ici un autre point fondamental : l'existence d'un groupe de chercheurs, de scientifiques, d'ingénieurs qui s'entendent bien, pour lesquels le travail constitue non pas une charge mais un plaisir et le but essentiel de la vie, comme d'ailleurs l'ont démontré les études modernes de psychologie industrielle dans le cas des organismes ou usines à moral élevé. Une équipe constituée par un groupe d'experts d'origines diverses est hétérogène ; ce n'est qu'après un délai de cinq à six ans d'activité en commun qu'un tel groupe peut former un noyau de moral élevé ayant à cet égard un effet équivalent.

d) Pour établir ces plans de développement géologique et minier, puis en financer l'exécution et suivre leur réalisation, certains Etats ont adopté une structure particulière qui constitue notre troisième formule : une Société d'Etat, rattachée aux directions administratives

de la géologie et des mines, est chargée de ces différentes opérations. Recevant ses crédits du gouvernement, elle assurera l'exécution du plan qu'elle aura le plus souvent largement contribué à établir ; elle financera les travaux de carte géologique, prospection générale, études d'indices, reconnaissance de gisements, études de mise en exploitation. En cas de résultats favorables, elle pourra prendre des participations dans le capital des sociétés d'exploitation créées, et recevra en retour une fraction des bénéfices. Pour assurer cette tâche, il n'est pas indispensable d'avoir recours à un effectif pléthorique : un petit nombre de spécialistes, à condition qu'ils soient bien choisis, sera suffisant, puisque les travaux seront exécutés par des entreprises spécialisées. L'organisme de développement minier ainsi constitué, fonctionnant comme un holding financier, possède le caractère d'établissement industriel et commercial, qui est l'une des particularités des bureaux miniers.

3. a) La formule des bureaux miniers a vu le jour il y a maintenant plus de 30 ans, sous l'impulsion d'un certain nombre de techniciens français. Leur originalité est de remplir à la fois les deux fonctions décrites ci-dessus en 2. b) et 2. d) ; ils sont à la fois l'organisme scientifique et technique capable de réaliser par lui-même la plupart des travaux de recherche géologique appliquée, et l'organisme financier chargé conformément à la politique arrêtée par le gouvernement, d'assurer la recherche et l'exploitation des ressources du sous-sol. L'accent a été mis alternativement sur l'une ou l'autre des tâches de ces établissements. L'expérience a montré que tout déséquilibre était néfaste à leur bon fonctionnement et qu'il était indispensable de remplir avec le même souci d'efficacité l'une et l'autre de leurs deux missions. Le Bureau de Recherches Géologiques et Minières, dont le titre souligne la nécessité de cet équilibre est l'aboutissement de diverses expériences, et le type de ces organismes. Nous avons vu de quelles transformations il résultait. Disons quelques mots sur son fonctionnement.

C'est un établissement public, à caractère industriel et commercial, doté de la personnalité civile et de l'autonomie financière. Son caractère public ressort de l'origine des fonds nécessaires à son activité, et de l'organisation générale du Bureau : le Conseil d'Administration, nommé par le Gouvernement, comprend à la fois de hauts fonctionnaires des différents ministères intéressés et des personnalités des milieux professionnels privés ; un "Commissaire du Gouvernement" et un "Contrôleur d'Etat" assurent en outre le contrôle permanent de l'établissement. Ceci mis à part, le B.R.G.M. fonctionne comme une société privée : le mode de gestion du personnel et l'organisation comptable sont ceux de l'industrie privée.

b) Les moyens du B.R.G.M. lui permettent de mettre en oeuvre les techniques de recherche et de prospection les plus modernes, dans tous les domaines, et le qualifient pour programmer et exécuter toutes opérations de géologie. Un juste équilibre est maintenu entre le potentiel de caractère scientifique et les moyens techniques, entre le volume des opérations effectuées sur le terrain et celui des travaux de laboratoire. La Direction Scientifique comprend les départements de Géologie (géologie générale, cartographie géologique, sédimentologie, hydrogéologie, génie civil, génie nucléaire), Information ; (le B.R.G.M. constitue l'un des centres de documentation les plus importants dans le domaine des Sciences de la Terre : traduction, publication, etc...), Géophysique (gravimétrie, électricité, électromagnétisme, magnétisme, sismique), Laboratoires (minéralogie, chimie, géochimie, pétrographie, gîtologie). La Direction Technique comporte des départements de Géologie Minière (économie minérale, prospection générale et orientée, étude d'indices, reconnaissance de gisements), Etudes Techniques (sondages, travaux miniers, échantillonnages), Valorisation des Minerais (traitements physiques, hydrométallurgiques, microbiologiques), Exploitation (étude d'exploitabilité, engineering, mise en exploitation, gestion des mines). La Direction des Etudes Générales traite du problème de stratégie de la recherche (application de la recherche opérationnelle à la prospection), des problèmes d'économie générale et d'évaluation de gisements (application des méthodes statistiques). Les services communs (administratifs, financiers, matériels), permettent le bon fonctionnement de

l'ensemble. Dans cet éventail de disciplines, toutes essentielles pour que le B.R.G.M. puisse remplir sa mission, les spécialistes du B.R.G.M. utilisent un matériel moderne selon des méthodes souvent originales et à la pointe du progrès. Ce n'est que pour certaines techniques, pour lesquelles il existe des sociétés spécialisées (sondages profonds, sismique profonde, géophysique aéroportée) que le B.R.G.M. n'a pas jugé utile de s'équiper, évitant ainsi de faire concurrence à l'industrie privée.

c) Les opérations poursuivies par le B.R.G.M. peuvent se situer dans un cadre financier très variable. Certains travaux sont exécutés pour l'industrie privée, et c'est le cas des études de génie civil, ou d'approvisionnement en eau des usines. D'autres sont effectués pour le compte de l'Etat français ou de Gouvernements étrangers : documentation géologique, recherches scientifiques et études technologiques, carte géologique, inventaire régionaux des ressources hydrauliques, prospection générale et reconnaissance de gisements. Le B.R.G.M. assume lui-même le financement des prospections et reconnaissance de gisements dont l'étude économique a souligné l'intérêt ; répétons qu'il agit dans ce domaine exactement comme le ferait une société privée : son caractère public ne lui donne aucun droit particulier, et il est soumis à la législation en vigueur. Le B.R.G.M. peut cofinancer certains travaux avec l'industrie privée dans le cadre de syndicats de prospection et de recherches minières. Il peut enfin prendre des participations dans des sociétés de recherche ou d'exploitation, où il se retrouve associé à des capitaux privés. C'est le cas de nombreuses sociétés en France (Compagnie Minière de Saint-Renan : exploitation d'étain), en Afrique (MIFERMA : exploitation du fer de FORT-GOURAUD ; Phosphates de TAIBA ; COMILOG : exploitation du manganèse de MOANDA ; SOMIFER : recherches sur le gisement de fer de MEKAMBO), en Guyane (SOGUYRAU : recherches sur le gisement de bauxites de la Montagne de KAW), etc...

Toutes les activités du B.R.G.M. peuvent se situer en France comme à l'étranger, rien ne lui interdisant, sous réserve de l'accord du Gouvernement français, d'entreprendre à l'étranger, dans le cadre de la législation minière du pays considéré, des prospections, recherches minières, ou exploitations.

Signalons pour être complet, en ce qui concerne la France, que le Commissariat à l'Energie Atomique est chargé plus spécialement de la recherche et de l'exploitation des minerais radioactifs et que le Bureau de Recherche de Pétrole détient le rôle de bureau minier pour les hydrocarbures.

d) Telle est, sommairement exposée, l'activité du Bureau de Recherches Géologiques et Minières français qui apparaît comme un outil complet d'étude et de mise en valeur du sous-sol. Le B.R.G.M. est appelé ainsi à intervenir dans de nombreux pays en voie de développement : nouveaux Etats d'Afrique d'expression française, mais aussi Europe (Grèce, Portugal...), Amérique du Sud (Chili, Pérou, Brésil,...) et Asie (Iran, Cambodge, Pakistan, etc...). Le fait que sa collaboration soit ainsi recherchée par un nombre toujours croissant de gouvernements montre que la formule des Bureaux de recherches géologiques et minières, patiemment mise au point et perfectionnée par 35 années d'effort, a fait ses preuves.

868 F - Oct.1962 - 1,000

E/CONF.39/A/110
12 Oct.1962
ORIGINAL : ENGLISH

UNITED NATIONS CONFERENCE
ON THE APPLICATION OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
FOR THE BENEFIT OF THE LESS DEVELOPED AREAS

Agenda Item: A.3.1.2

World Meteorological Organization

ORGANIZATION OF METEOROLOGICAL AND HYDROLOGICAL SERVICES

By Mr. Max A. KOHLER,
President of the WMO Commission
for Hydrological Meteorology

Papers have been contributed to the United Nations Conference on the Application of Science and Technology for the Benefit of the Less Developed Areas as working papers for that Conference. They are published as presented by the contributors, and the contents and the views expressed are those of the contributors. (See notes overleaf.)

NOTES

1. Papers selected for inclusion in General Sessions will be available at the Conference in the following official languages of the United Nations: English, French, Russian and Spanish.

2. Papers selected for inclusion in Specialized Sessions will be available at the Conference in only one of the above official languages.

3. Summaries of all papers, as submitted by contributors, will be available at the Conference in the following official languages of the United Nations: English, French, Russian and Spanish.

4. Papers and summaries will not be available for general distribution in advance of the Conference. They will be published in advance in limited quantities only for the use of delegations of participating governments and of other authorized participants. Post-Conference publication and general distribution of the Conference Proceedings will follow United Nations practices as laid down by the United Nations Publications Board.

No. 1775
A.3.1.2.

ORGANIZATION OF METEOROLOGICAL AND HYDROLOGICAL SERVICES

(Prepared on behalf of WMO by Mr. Max A. Kohler,
President of the WMO Commission for Hydrological Meteorology)

1. Introduction

The successes achieved in the field of hydrology and meteorology provide with possibility to use the knowledge in these fields to the great benefit of national economy. This is particularly true with respect to the development and utilization of water resources in less developed countries where this problem could be solved on scientific and planned lines from the very outset. It is impossible of course to give in one or even several papers a comprehensive outline of the application of hydrology and meteorology to the water economy and flood control problems. There is no attempt therefore to do so in the paper. Moreover, this paper is based on the assumption that importance of hydrological and meteorological services in solution of problems is fully recognized. Only some organizational aspects of hydrological and meteorological services are considered below, and the main of them are the imperative need for close coordination between the two services and the importance of an adequate, stable basic data programme.

Hydrological and meteorological services required for water development and management

2. Although the hydrometeorological factors involved are much the same, there are important differences in the requirements for planning and designing of water development projects as compared to those for managing (operating) completed facilities. Design problems are of a nonrepetitive nature; they could, in many cases, be solved directly from streamflow and storage data if sufficient observations were available; there is no necessity to determine the time sequence of future hydrological events; and the solution to the problem need not be geared to a rigid time schedule. In contrast, water management problems are of a continuing nature; their solution requires forecasts of subsequent streamflow (in time sequence) and heavy reliance on related hydrometeorological factors; and hydrological analysis of the current situation must be completed in a minimum of time. Thus the relationships between hydrological and meteorological events must be utilized to extend the time range of streamflow predictions for management purposes, while in the design phase need for utilizing such relationships arises largely from the fact that it is not economically feasible to obtain long-term records of discharge at every possible site of future development.

Basic Data Requirements

3. The development of forecasting procedures and the design of water control and utilization structures require that the same data be readily available for long periods of time. To meet these needs, the data should be processed and published on a routine basis. All three functions (collection, processing and publication) customarily fall within the jurisdiction of the service organizations.

4. Although it is not necessary to make a steadfast distinction between hydrological and meteorological elements when considering the needs, it cannot be avoided in a discussion of organizational patterns. For example, is the measurement of precipitation the function of a hydrological service or a meteorological service ? While precipitation constitutes a phase of the hydrological cycle, it is at the same time a weather phenomenon. Without further belaboring the problem of classification, the principal data to be provided by the hydrological and meteorological services are enumerated below. (1, 2)

(i) Discharge and stage data are truly hydrological in nature and they are basic to the solution to most design and operation problem. Since streamflow data are derived from continuous records of stage and occasional discharge measurements, the two types of data are inseparable and should obviously be collected and published by the same agency. Similarly lake, or reservoir, levels are used to derive changes in storage - a basic factor in water budget of a basin. Synoptic reports of stage and discharge are required in the preparation of river forecasts.

(ii) The water level in unpumped wells is indicative of groundwater storage and variations in level are closely related to the discharge of perennial streams during rainless periods. Groundwater levels therefore assist in evaluating the hydrologic cycle of an area and are required for the design of irrigation and other water supply projects relying on subsurface supplies. Pumping tests and other discharge data also assist in the evaluation of the safe yield from a groundwater aquifer.

(iii) Thickness and other physical characteristics of river and lake ice are pertinent factors in the design of many hydraulic structures, in predicting ice breakup and consequent jams, and in planning navigation operations.

(iv) Among other things the economic feasibility of a reservoir depends upon the rate at which its capacity will be reduced through sedimentation. This aspect of design requires that observations be made of the suspended and bedload material in flowing streams and of the volumes of sediment deposited in lakes and reservoirs.

(v) Domestic, irrigation and industrial water supplies must meet certain standards of quality (including water temperature in some cases). Observations are needed not only to assure proper design, but also on a continuing basis for operational purposes.

(vi) The estimation of evaporation losses constitutes an important phase of reservoir design, particularly in arid and semiarid regions. Evapotranspiration (or consumptive use), when considered in conjunction with anticipated precipitation, is a measure of the water-supply requirements for irrigation projects. Although estimates can be derived from observations of related meteorological factors, evaporimeter measurements are invaluable.

(vii) Rainfall, snowfall and snow pack observations are indispensable to water development and utilization. Such data are used to bolster inadequate streamflow records and they are used operationally to forecast stage, discharge and water supply.

(viii) From a theoretical point of view, radiation is the controlling factor in the evapotranspiration and snowmelt processes. Wind, air temperature and humidity also affect the heat balance and measurements of these factors are therefore important in an evaluation of the hydrological cycle.

(ix) There are numerous other types of data which have value in solving water development and utilization problems but which are normally not made on a continuous basis over established networks. These include infiltration, percolation, soil moisture, flood damages, frost penetration, soil temperature and interception.

5. Much has been written concerning the planning of hydrological and meteorological networks for the collection of basic data. (1, 4) Although differences of opinion exist in some aspects of the problem, there is general agreement that the networks for the various pertinent elements should not be planned on an independent basis. Since a number of precipitation stations can be operated for the same cost as a single stream discharge station, Langbein recommends a ratio of about ten precipitation stations to one discharge station in newly established networks with the ratio dropping to five or six in later years. It is interesting to note that through independent planning of the two types of networks (and possibly other causes as well) the ratio of precipitation to discharge stations varies among the countries from as low as two to as high as forty. Perhaps more important than the over-all ratio of the two types of stations is the necessity to locate the stations so that the rainfall pattern can be delinated over each gauged headwater and tributary area.

6. It is most important that basic data be reliable, consistent and continuous. To assure that this is the case the field installations must be inspected and serviced at regular intervals - an expensive though necessary aspect of network operation. It is obvious that integrated operation of the various types of networks will minimize this cost and also that of paid observers when one observer can be utilized for making the several types of observations required.

7. The processing of data for publication frequently requires comparative analysis of hydrological and meteorological data. The estimation of stream discharge during periods of missing gauge-height record is often based on reported rainfall and related meteorological data. Hydrologic observations are commonly utilized in conjunction with climatological data and, therefore, integrated planning of publication format, card files, etc., can affect appreciable saving of analyst time.

Generalized Analyses and Specific Design Studies

8. Generally speaking, studies pertaining to the design of specific water resources projects are considered to fall outside the activities of the hydrological and meteorological services. On the other hand, there are many types of analyses which provide results of general applicability and which

can perhaps best be undertaken by the hydrological and meteorological services. Standard statistical analyses (means, extremes, frequencies, etc.) of observed factors fall within the latter category and perhaps also generalized maps of the water balance (runoff, precipitation, evaporation, evapotranspiration, etc.)

9. The solution to many problems in the areas of agriculture, water resources, etc., hinge upon a water-balance analysis, day-by-day, or month-by-month. Except where network density is unusually high, water-balance analysis requires thorough integration of hydrological and meteorological knowledge, and the same can be said for many aspects of hydrological research. Data requirements for research can be met, in many cases, by simply augmenting the general networks in selected small catchments. It is likely that the meteorological and hydrological services can meet the needs for such data at the least over-all cost.

Forecast Services

10. Hydrological forecasts serve a multitude of purposes by providing an improved basis for operational decisions. They are indispensable in the efficient control and utilization of water. Thus, a farmer will plant less acreage if a seasonal shortage of irrigation water is expected; a forecast of ice formation will permit appropriate decisions by navigation interests; and the prediction of a serious flood will signal a host of actions - evacuation of areas of inundation, elevation of moveable property, sandbaggings of levees, closing of flood gates, operation of flood-control dams, and rerouting of rail and highway traffic.

11. The short-range prediction of lake levels, river levels and stream discharge undoubtedly constitute the most important type of hydrological forecasting. With increasing emphasis on multiple-purpose projects and regional development of water resources, the need for river forecasts is multiplied and a reliable forecast service becomes economically invaluable. Seasonal and annual forecast of runoff volume also contribute to efficient operation of water resources projects in those areas where much of the flow is derived from winter snowfall.

12. Several other types of hydrological forecasts are of value in specific aspects of water management. In higher latitudes, the coming of winter halts navigation on rivers and lakes until the ice is once again dissipated by warm spring weather. The dates of opening and closing vary widely from year to year and their prediction assists in scheduling navigation and other operations. Storm surge forecasts on lakes and seacoasts and forecasts of seiches on lakes are also pertinent to efficient water management under some circumstances.

13. Once heavy rain or snowmelt has resulted in the formation of an isolated flood wave moving down the channel of a major stream, flood-routine techniques can be used to predict the downstream hydrograph, provided the wave is not augmented by subsequent rainfall over the intervening tributary area. To adequately account for local inflow, to permit predictions on small headwater streams, and to extend the time-range of forecasts, the predicted hydrograph must be derived from rainfall observations and forecasts in addition to

reported river stages. When snow cover is present, the snowmelt contribution to stream flow must also be estimated from reports of air temperature, humidity, wind speed and cloud cover. It is thus seen that both meteorological and hydrological reports are required in the preparation of river forecasts. The weather service traditionally and necessarily has an extensive national communications system for the collection of reports and considerable economies can be effected by utilizing this facility in rendering a river forecast service.

14. A rather new facility for maintaining an up-to-the-minute picture of meteorological conditions over a basin, radar is considered to have great potentiality in the improvement of water resources management. Since the equipment is extremely expensive it is not economically feasible for the hydrological and meteorological services to operate independent networks.

15. As is pointed out above, the river forecaster must have ready access to weather forecasts. His requirements cannot be met by generalized weather forecasts but must be tailored to fit the hydrologic situation existing in the area. Thus only the closest of coordinated efforts between the meteorologist and the hydrologist will lead to efficient water manegement.

Training of personnel

16. The organization of an adequate hydrological and meteorological (or hydrometeorological) service requires the provision of a number of specially trained personnel of both disciplines. This staff may be divided into three groups :

(i) hydrologists and meteorologists qualified at the university level;

(ii) technicians;

(iii) observers and equivalent staff.

Perfect results in training of personnel, including specialists of the first group, could be achieved by setting up institutes and technical schools of a special type, as is being done in some developed countries. For most of the relatively small countries however this will hardly be practicable or advisable with respect to the first group of specialists. The solution could be found in this case by arranging for special courses in the physics and geography departments of universities or at technical and agricultural institutes. The curricula of these courses could with the assistance of WMO be adopted from those followed in the developed countries. The sending of fellows to train in developed countries could also do much to help.

In the case of the second and third groups mentioned above, the training of local personnel should be adopted as a principal aim. For this purpose the setting up of special technical schools on a permanent basis and of special courses on a temporary basis could be recommended.

17. It should be mentioned that, as is made clear from the discussion in foregoing sections, the work of hydrologists and meteorologists ought to be closely linked. Moreover hydrologists using meteorological data and forecasts should be well familiar with meteorology. On the other hand meteorologists providing hydrologists with meteorological data and in particular with forecasts, must know and clearly understand the nature of hydrological requirements. There is thus a need for the training of special types of

hydrologists familiar with meteorology and meteorologists familiar with hydrology; this should be taken into account in planning their curricula.

Recommendations

18. In the interest of efficient use of manpower and funds, it is apparent from the foregoing discussion that hydrological and meteorological service functions should be highly coordinated, if not integrated. The required coordination becomes unwieldy, to say the least, if the two activities are in different departments or ministries. It is perhaps equally important that the control and guidance of the services rest with the national government to assure standardization to minimize geographical boundary problems, etc.

19. In an emerging country looking to water resources development with possible assistance from international governmental sources, it is perhaps relatively feasible to organize governmental services along optimum lines. The shortage of trained personnel and the need to minimize government expenditures elevate the importance of organizational efficiency are of overriding importance in such a country. In this case there can be little doubt that the best approach lies in an integrated hydrometeorological service providing basic data and forecasts. The service should be in a position to undertake research relevant to its assigned activities and to provide specialized observations, as appropriate, to other water resources development and management agencies. Its research responsibilities need not constitute a limitation on that conducted at universities and other institutions.

20. Considerable attention should be paid to training of local personnel. Special training of hydrologists in meteorology and of meteorologists in hydrology would be advisable.

REFERENCES

1. Kohler, M.A., Design of Hydrological Networks, WMO Technical Note No.25, 1958.
2. Linsley, R.K., Techniques for Surveying Surface-Water Resources, WMO Technical Note No. 26, 1958.
3. "A Preliminary Inquiry on Existing Hydrologic Services", Doc.E/3070, Twenty-fifth Session of UN Econ. and Soc. Council, March 1958.
4. Langbein, W.B., Stream Gaging Networks, Publ. No. 38, IASH General Assembly, Rome, 1954.
5. "Hydrologic Networks and Methods," U.N. Flood Control Series No. 15, (ECAFE-WMO).

888 E - Oct.1962 - 1,600

E/CONF.39/A/111
15 Oct.1962
ORIGINAL : FRANCAIS

CONFÉRENCE DES NATIONS UNIES
SUR L'APPLICATION DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNIQUE
DANS L'INTÉRÊT DES RÉGIONS PEU DÉVELOPPÉES

Point de l'ordre du jour : A.5.1.3

France

CARACTERES PARTICULIERS DE LA REGLEMENTATION MINIERE DES PAYS EN VOIE DE DEVELOPPEMENT

Par Pierre Ch. A. LEGOUX
Inspecteur Général honoraire des Mines
et de la Géologie
Directeur de l'Ecole des Mines d'Alès

Les mémoires rédigés à l'intention de la Conférence des Nations Unies sur l'application de la science et de la technique dans l'intérêt des régions peu développées sont des documents de travail. Ils sont publiés tels qu'ils ont été présentés et les assertions et opinions qu'ils contiennent sont celles de leurs auteurs.

NOTES

1. Les mémoires choisis pour être présentés en séance générale pourront être obtenus à la Conférence dans les langues officielles suivantes des Nations Unies: anglais, espagnol, français et russe.

2. Les mémoires choisis pour être présentés en séance spéciale pourront être obtenus à la Conférence dans l'une seulement de ces langues officielles.

3. Les résumés qui ont été rédigés pour tous les mémoires par les auteurs de ceux-ci pourront être obtenus à la Conférence dans les langues officielles suivantes des Nations Unies: anglais, espagnol, français et russe.

4. Préalablement à la Conférence, les mémoires et les résumés ne feront pas l'objet d'une distribution générale mais d'un tirage restreint destiné aux délégations des gouvernements et autres participants officiels. La publication et la distribution générale des actes de la Conférence s'effectueront conformément aux règles et pratiques agréées par le Comité des publications des Nations Unies.

Caractères particuliers de la Règlementation minière des Pays en voie de développement

Pierre Ch. A. LECOUX
Inspecteur Général honoraire des Mines et de la Géologie
Directeur de l'Ecole des Mines d'Alès

1 - Créer ou développer une exploitation minière est, en tout état de cause, une entreprise comportant des risques que ne connaissent pas les autres industries. Peu de personnes savent que, même dans les pays industriellement développés, la proportion des entreprises bénéficiaires est très faible par rapport à l'ensemble de toutes les prospections et tentatives d'exploitation ayant ou n'ayant pas abouti à des résultats positifs, et que les résultats financiers obtenus par un petit nombre d'entreprises bénéficiaires donneraient une rémunération infime si on devait les rapporter à l'ensemble des capitaux consacrés à l'industrie minière et dont une grande partie est irrémédiablement perdue. Dans les pays en voie de développement, les difficultés et les risques sont encore accrus et c'est là une donnée fondamentale dont doit tenir compte une Règlementation Minière.

2 - Mais à côté de ces données, une Règlementation Minière de pays neuf doit répondre en outre, plus encore que dans les pays développés, à certaines conditions. L'exploitation minière doit en premier lieu apporter un enrichissement au pays où elle se développe. A la vérité, elle ne constitue que l'un des éléments du développement économique, et une économie fondée uniquement sur la mine est fragile ; mais, quelle qu'elle soit, l'activité minière doit s'incorporer à l'ensemble économique local ; elle peut être le ferment d'un développement industriel; elle doit coopérer avec les autres activités économiques à élever le niveau de vie et la culture technique des populations.

3 - Après discussion de ces données et conditions, nous examinerons les moyens juridiques dont une Règlementation dispose pour y satisfaire,

- sur le plan minier
- sur le plan financier et douanier
- sur le plan fiscal.

Les données du problème

4 - La prospection minière est une opération difficile, longue, onéreuse, aléatoire et souvent décevante. Les gisements miniers affleurant à la surface du sol sont maintenant à peu près tous connus ; et, en tout cas, le levé de la carte géologique de reconnaissance, opération préliminaire qui incombe en principe à l'Etat, doit permettre d'établir le relevé de ces affleurements. L'emploi de méthodes plus fines et plus élaborées est donc nécessaire. Ces méthodes, qu'il n'y a pas lieu de décrire ici, font appel à un personnel technique averti et à des procédés scientifiques complexes. Pour mener à bien cette tâche, il faut donc beaucoup de temps, beaucoup de patience, beaucoup d'argent, alors que le résultat n'est jamais certain. Combien de missions se sont séparées

sans avoir rien trouvé, ou après avoir trouvé des indices qui ne paraissent pas mériter une étude approfondie !

5 - Si des indices sérieux ont été relevés, une nouvelle phase commence, la recherche proprement dite. Il s'agit alors de travaux plus localisés, plus approfondis, comportant des opérations relevant de la technique minière (sondages, puits, galeries de reconnaissance etc). Là aussi beaucoup de temps et beaucoup d'argent sont nécessaires sans que l'on soit assuré d'un résultat positif, car il s'agit de trouver un gisement économiquement exploitable ; et il ne faudrait pas croire que toute accumulation minérale constitue nécessairement un gisement exploitable.

6 - Supposons que les travaux précédents aient circonscrit un gisement et que ce gisement soit estimé susceptible de donner lieu à une exploitation. A ce moment sont nécessaires de nouveaux investissements: et les délais de réalisation peuvant se chiffrer en années. Même si le gisement est d'importance moyenne, ces investissements sont élevés. Si, par chance, le gisement est d'importance internationale (et donc de nature à apporter au pays où il se trouve des ressources en devises et un véritable enrichissement), ces investissements peuvent être énormes et se chiffrer en dizaines ou centaines de millions de dollars.

En Pays neuf, ces investissements sont beaucoup plus élevés que dans les pays industriels, car ils doivent comporter :

a) non seulement l'équipement de la mine elle-même (exploitation et préparation du minerai)

b) mais aussi la création d'une infrastructure qui n'existe généralement pas, et, notamment :

i) des cités pour loger les travailleurs,
ii) des ateliers pour entretenir le matériel,
iii) des magasins de pièces de rechange,
iv) des centrales électriques,
v) éventuellement des usines pour l'élaboration partielle ou complète du minerai ou du concentré avant utilisation sur place ou exportation,
vi) des voies ferrées pour l'acheminement des matériels et des produits à l'importation et à l'exportation,
vii) des installations portuaires.

7 - a) L'exploitation de la mine, une fois celle-ci équipée, souffre de cette situation particulière. Les investissements complémentaires - 6 -b)-, qui auraient pu être au moins en partie évités en pays développé doivent être amortis par l'exploitation à moins que la Puissance publique n'en prenne une partie à sa charge ; or ils constituent souvent un volume de crédits très supérieur aux investissements proprement miniers - 4 - 5 - et 6 - a) -.

b) Le prix de revient doit en outre supporter les frais de transport du produit jusqu'au lieu d'utilisation ou d'exportation. Or les distances sont en général beaucoup plus grandes dans les pays neufs que dans la vieille Europe ; et les débouchés locaux y sont le plus souvent extrêmement limités, au moins au stade actuel.

c) Le prix de revient est également grevé par le coût des techniciens qui sont nécessaires pour conduire les travaux. Ils exigent pour s'expatrier des rémunérations supérieures à celles qu'ils trouvent sans difficulté dans leur propre pays et des conditions matérielles de vie confortables dans des climats auxquels ils ne sont pas habitués. Assurément ce dernier poste du prix de revient ira en s'améliorant au fur et à mesure que des nationaux de plus en plus nombreux participeront à l'exploitation de leur pays ; mais actuellement l'appel à des techniciens étrangers est une inéluctable nécessité.

Les conditions du problème

8 - L'ouverture d'une exploitation minière dans un pays neuf doit apporter à celui-ci un enrichissement direct et indirect ; c'est là un impératif fondamental qui doit rester présent à l'esprit de tous, industriels comme législateurs.

9 - L'enrichissement direct se traduit par

a) les masses salariales mises en circulation dans le pays
b) les masses fiscales payées par l'exploitation
c) les ressources provenant de l'exportation des minerais, concentrés, demi-produits ou produits élaborés, ressources particulièrement appréciables du fait des moyens de paiement en devises qu'elles constituent.

10 - L'enrichissement indirect est multiple et l'énumération ne peut en être qu'indicative :

a) effet multiplicateur des moyens de paiement intérieurs mis en circulation
b) équipement de régions neuves, voies de pénétration, réseaux de force, télécommunications, nouveaux circuits commerciaux, développement des activités secondaires et tertiaires, création d'écoles, etc,
c) ferment d'un développement industriel et commercial, soit par création des entreprises de service travaillant pour la mine, soit par la création des entreprises élaborant les produits de la mine, soit aussi par création des entreprises destinées à satisfaire les besoins de la population minière,
d) création d'un état d'esprit industriel dans les populations, développement de la culture technique de celles-ci (formation professionnelle des ouvriers spécialisés, des surveillants, des contremaîtres, des cadres techniques et administratifs des entreprises etc.)

11 - En outre le réinvestissement sur place peut conduire à la création d'activités nouvelles (vide infra 22 -e)).

12 - Les exploitations minières doivent donc s'incorporer au contexte économique local et ne pas constituer des enclaves ou des verrues. Cette remarque n'est d'ailleurs pas particulière à l'exploitation minière, mais est valable pour toute entreprise industrielle.

Il est cependant nécessaire de souligner que la mine n'est que l'un des éléments du développement économique et que ce serait une erreur de fonder celui-ci uniquement sur l'exploitation minérale. Il existe dans le monde un certain nombre d'exemples d'Etats dans lesquels la production minérale joue un rôle dominant ; ces économies sont fragiles et sujettes à des crises sévères. La mono-industrie est aussi néfaste que la monoculture ; les métaux et minerais sont en outre soumis à des fluctuations de cours violentes et imprévisibles. La stabilisation des cours des matières premières est particulièrement importante pour les pays en voie de développement ; c'est là un problème qui échappe à la Règlementation minière mais dont elle doit tenir compte.

Discussion des données et conditions

13 - La Règlementation minière doit harmoniser les conséquences que l'on peut tirer de ces données et de ces conditions et créer un cadre qui tienne compte des unes et des autres.

14 - Si nous avons insisté sur les difficultés propres à la création et au développement des mines en pays neufs, et sur l'importance des moyens matériels, humains et financiers à y affecter, c'est pour expliquer que la Règlementation minière doit <u>créer des conditions attrayantes</u> pour les capitaux et pour les hommes.

15 - Les capitaux nécessaires peuvent être
- des capitaux privés
- des capitaux d'Etat
- des capitaux provenant des institutions internationales spécialisées.

Si certains capitaux d'Etat ou certains capitaux des fonds internationaux ont un caractère de subventions d'équipement, celles-ci ne peuvent être affectées qu'aux études générales et aux infrastructures énumérées en 6 -b), non aux équipements industriels et encore moins à l'équilibre des comptes d'exploitation. Les capitaux affectés aux investissements industriels proprement dits, quelle que soit leur origine, doivent satisfaire à des conditions de rentabilité et donc bénéficier de certaines garanties.

a) ces garanties peuvent porter sur le régime minier, mais aussi sur le cadre juridique et économique dans lequel l'entreprise est appelée à développer son activité, et notamment, sur le régime financier, la règlementation douanière et la fiscalité ;

b) dans le domaine minier le prospecteur doit avoir l'assurance formelle qu'il conservera le bénéfice de ses découvertes. L'institution des permis de recherche doit entraîner le droit aux permis d'exploitation ou aux concessions minières, à condition bien entendu que toutes les autres conditions qui ont été préalablement définies soient satisfaites. Personne n'acceptera de courir les risques de la prospection sans être assuré de pouvoir disposer du fruit de ses découvertes et développer son exploitation dans des conditions industrielles normales;

c) mais une condition fondamentale est la stabilité du cadre juridique et économique. Ce cadre étant défini, l'investisseur apprécie s'il y trouve les conditions minimales justifiant à ses yeux le risque qu'il va prendre. Dans ce domaine la souveraineté des Etats reste entière ; s'ils définissent des conditions sévères, ils verront moins de candidats ; si leur politique est plus souple, ils pourront choisir les entreprises qui leur paraîtront les plus idoines. Mais le principe fondamental subsiste : le cadre juridique défini à l'origine doit être respecté et l'investisseur doit être garanti contre la spoliation et l'arbitraire ; c'est là la contre-partie nécessaire des efforts qui lui sont demandés pour s'incorporer à l'économie locale.

16 - L'entreprise nouvelle - et notamment l'entreprise minière - doit <u>s'incorporer à la vie économique locale</u>. Ce résultat peut être obtenu par trois ordres de mesures.

a) des dispositions à caractère juridique définissant les droits et obligations de ces entreprises dans les différents domaines où l'on attend de leur implantation un enrichissement direct ou indirect,

b) des dispositions à caractère contractuel précisant dans chaque cas particulier les modalités suivant lesquelles ces obligations devront prendre forme (certaines de ces dispositions contractuelles peuvent ne pas résulter de dispositions légales ; elles revêtent alors un certain caractère de gratuité et il est préférable - sauf exception-de s'en tenir à des dispositions rentrant dans un cadre général règlementaire),

c) mais surtout un état d'esprit de collaboration confiante qui doit se traduire, de part et d'autre, par une parfaite loyauté et par l'abandon de toute mesquinerie dans les discussions et les contacts humains ; ce climat moral est au moins aussi important que les clauses écrites et peut permettre de les interpréter au mieux des intérêts en présence ; sans sympathie, il n'y a pas de travail fructueux en commun possible.

17 - Une question délicate est de savoir dans quelle mesure cette incorporation au contexte local doit aller jusqu'à la participation financière et la cogestion.

a) La participation financière privée est le plus souvent très limitée du fait de l'inexistence de l'épargne locale au regard des sommes très élevées exigées par les investissements miniers.

b) La participation financière publique reste une décision politique laissée à la décision des Gouvernements. On doit simplement se souvenir que la participation à une entreprise minière est une opération spéculative comportant très souvent des risques élevés et que quelques réussites spectaculaires ne doivent pas faire oublier les échecs de certaines et la vie difficile de beaucoup.

c) La cogestion, c'est-à-dire la représentation des Administrations publiques au sein du Conseil ne se justifie que dans la mesure où une participation financière existe et l'Exécutif doit toujours faire la différence entre l'exercice souverain de ses prérogatives au nom de la Puissance publique et la gestion des participations qu'il prend directement ou indirectement comme gérant du domaine privé de l'Etat. Cette distinction, malheureusement souvent perdue de vue, est fondamentale ; son respect est une condition de la conservation du climat moral de franche et loyale collaboration défini en 16 -c).

d) Enfin les conditions particulières dont il peut avoir été contractuellement fait usage entre la Puissance publique et l'exploitation minière peuvent justifier la nomination d'un Commissaire du Gouvernement (qui n'a pas, à proprement parler, de pouvoirs de cogestion, mais est le gardien des conventions à caractère contractuel) ; les attributions et pouvoirs du Commissaire du Gouvernement doivent être définis dans ces conventions avec toute la précision et la clarté nécessaires pour éviter les conflits et sauvegarder l'esprit de confiante collaboration.

Les moyens juridiques

18 - Les textes légaux et règlementaires doivent être simples et clairs, à la fois précis et peu nombreux, et rédigés de manière à éviter toutes les ambiguïtés et divergences d'interprétation, ainsi que les mesures inutilement mesquines et tatillonnes.

19 - La garantie de stabilité du cadre juridique prévue en 15 (c), les garanties économiques financières et fiscales évoquées en 15-a) et b), posent un problème délicat. D'une part un Corps législatif peut hésiter à restreindre la souveraineté des législatures futures en fixant la Loi pour une durée déterminée ; d'autre part cette garantie est essentielle pour l'investisseur. La solution existe sous forme de Conventions d'Etablissement à caractère contractuel négociées entre l'Exécutif et l'investisseur, auxquelles un caractère plus solennel encore peut être donné par une approbation parlementaire de la politique suivie en ce domaine par le Gouvernement.

20 - De telles conventions doivent prévoir expressément une clause de compétence de juridiction. La meilleure solution consiste à organiser l'arbitrage sur un plan international en faisant par exemple appel aux organismes juridictionnels des Nations Unies, à la Cour internationale de la Haye ou à la Chambre de Commerce internationale.

21 - En ce qui concerne la Règlementation minière proprement dite

a) La reconnaissance préliminaire (préprospection) doit être largement ouverte, les difficultés de la prospection étant assez grandes et variées (cf 4 -) pour que l'on n'écarte, à ce stade, aucune bonne volonté.

b) L'attribution du premier titre minier (permis de prospection ou permis de recherche) est une prérogative gouvernementale. Dans certaines législations, des procédures d'attribution au premier demandeur ont été ou sont encore prévues ; ces dispositions ne sont acceptables que pour des substances minérales d'intérêt secondaire. Dès qu'il s'agit de projets importants, il est nécessaire que l'attribution des titres miniers d'origine soit

- d'une part négociée, quant aux modalités, entre l'Exécutif et le demandeur (c'est l'occasion de la mise au point des conventions prévues en 19 - et 20 -)

- d'autre part laissée, quant à la décision finale, à l'appréciation souveraine du Gouvernement.

c) Mais l'institution de ce titre d'origine doit entraîner l'institution automatique des titres d'exploitation, condition fondamentale pour que le prospecteur accepte de courir les risques inhérents à son difficile métier, condition également pour qu'il accepte sans réticence de tenir l'Administration au fait de ses travaux et des résultats obtenus par lui. Bien entendu ce droit à l'institution automatique des permis d'exploitation et concessions s'exerce dans le cadre d'un certain nombre de conditions générales et particulières, définies par la Règlementation minière et par les Conventions d'Etablissement.

d) La durée des permis de prospection et de recherche doit être suffisante pour qu'un travail sérieux puisse être accompli à loisir compte tenu des caractères propres rappelés en 4 - et 5 -. La durée des permis d'exploitation et concessions doit être suffisante pour que les investissements de toute nature supportés par le promoteur puissent être largement amortis pendant la durée de la mine.

e) Les clauses spéciales de nationalité doivent être restrictives à l'égard des Sociétés et libérales à l'égard des personnes. Aucune Société sérieuse ne refusera de constituer une filiale de droit local, protégée par les garanties auxquelles il a été plusieurs fois fait référence. Par contre la nécessité de faire largement appel à des compétences extérieures (à charge pour elles de former des spécialistes locaux, - mais c'est une oeuvre de longue haleine), doit faire écarter - sous réserve bien entendu des mesures de police à caractère individuel -, toutes mesures générales de caractère discriminatoire risquant de prendre une déplaisante allure xénophobe.

f) La Règlementation minière doit définir clairement les relations du prospecteur et de l'exploitant avec les propriétaires du sol, car il importe, dans l'intérêt général, qu'un occupant de la surface ne puisse empêcher ou excessivement obérer le développement d'une entreprise d'intérêt général.

g) Les règlements de sécurité constituent des corollaires de la Règlementation minière proprement dite. Ces règlements ont souvent pris dans les pays industrialisés des formes inutilement développées, prétendant prévoir tous les cas possibles.

En pays neuf, la sécurité peut et doit être assurée par des règlements simples, posant des règles générales, complétés par des consignes adaptées à chaque cas particulier (proposées par l'exploitant et approuvées par le Service des Mines).

22 - Il est nécessaire de parler également, en termes très généraux, de la Règlementation financière et douanière

a) Le capital étranger investi dans un pays neuf doit avoir l'assurance formelle de recevoir une légitime rémunération, soit qu'il s'agisse des intérêts des sommes prêtées, soit qu'il s'agisse des dividendes correspondant aux bénéfices de l'exploitation. Cette condition résulte expressément des remarques développées en 14 - et 15 -.

b) Le prêteur doit être en outre assuré du paiement des annuités de remboursement des emprunts.

c) Mais une remarque particulière peut être faite au sujet du capital des entreprises minières. Un capital investi en terrains ne s'amortit pas ; un capital investi en usines se conserve par le jeu même de l'entretien de l'usine et du renouvellement de son matériel grâce aux amortissements techniques. Mais le capital d'une mine, constitué par les réserves de minerai, s'épuise au fur et à mesure de l'exploitation. Une fois la mine vidée, il ne reste rien et l'investisseur est spolié s'il n'a été préalablement remboursé de sa mise. Il en résulte certaines conséquences importantes.

i) Ce qui, dans les comptes de résultat d'une entreprise peut être considéré comme un bénéfice doit, dans une mine, être divisé en deux parties

a. la rémunération du capital
b. un remboursement partiel de ce capital.

ii) Cette remarque diminue beaucoup l'impression que certains peuvent avoir en voyant quelques entreprises minières réaliser des bénéfices jugés excessifs.

iii) La pérennité de l'entreprise minière ne peut être assurée qu'en réinvestissant par autofinancement une partie des bénéfices d'exploitation, afin de reconstituer par de nouvelles découvertes les réserves qui, de jour en jour, s'épuisent.

iv) La Règlementation financière doit permettre le rapatriement progressif du capital pour la part des dividendes définie ci-dessus en 22 -c)i)b.

d) Une exploitation minière moderne est nécessairement mécanisée et cela comporte des besoins en fuel et des sujétions d'entretien et de renouvellement du matériel.
Si en outre, comme c'est l'intérêt du pays, le minerai subit sur place une transformation qui le valorise, des produits spécialisés peuvent être nécessaires pour ce traitement. Tout cela crée des besoins en devises que l'exploitant doit pouvoir couvrir sans difficulté sur simple justification technique. Cet approvisionnement en devises est d'autant plus justifié qu'il représente en général une faible proportion des devises rapportées par les exportations.

e) La Règlementation douanière doit favoriser les investissements nouveaux. C'est un mauvais calcul pour un État neuf que de chercher à tirer des ressources sur l'importation des matériels de prospection et d'exploitation.
En outre la Règlementation douanière doit permettre, en fin d'exploitation, la sortie du territoire du matériel devenu inutile du fait de l'épuisement des réserves (voir 22 - c) iv) ci-dessus).

f) Si nous avons parlé d'une rémunération légitime du capital investi, certains peuvent estimer en contre-partie que la participation de la mine au développement local peut entraîner pour elle des obligations supplémentaires,

notamment dans le cas où une exploitation heureuse fait apparaître des superbénéfices. Outre la contribution à l'équipement du territoire qui résulte de la seule installation de la mine (cf 6 -b)), des obligations spéciales peuvent résulter de l'insertion de celle-ci dans le contexte culturel et économique (cf 11 - 12 - et 16 -). Ces obligations peuvent avoir été prévues dans les conventions particulières, ou résulter d'arrangements ultérieurs, mais doivent nécessairement conserver un caractère bilatéral, si l'on ne veut pas rompre le principe de la stabilité juridique. Ces clauses de réinvestissement sur place des superbénéfices ne doivent, bien entendu, pas jouer au détriment de l'entreprise minière elle-même et doivent conserver un caractère équilibré et raisonnable.

g) On peut ici incidemment remarquer qu'en dehors de toute mesure à caractère obligatoire, une ambiance économique favorable et un climat de prospérité constituent les meilleures raisons qui peuvent inciter un industriel à réinvestir dans le pays où il est déjà installé.

23 - Les clauses fiscales mériteraient un développement spécial qui sortirait des limites de cet exposé.

a) La stabilité du régime fiscal, quel qu'il soit, est fondamentale ; si le régime fiscal proposé est trop lourd, aucun investisseur ne l'acceptera et l'Etat peu sage qui l'aurait institué devra revenir sur sa position ; si le régime fiscal est acceptable, l'investisseur fait ses calculs et estime, si, compte tenu de toutes les autres contingences, il peut ou ne peut pas l'accepter ; mais s'il l'a accepté, il doit être assuré de sa durée.

b) Les caractères propres à la mine justifient un régime fiscal particulier. Traditionnellement ce régime comporte des droits fixes, des droits proportionnels et un impôt sur les bénéfices. Il y a peu à dire des droits fixes perçus à l'occasion des opérations de règlementation minière (institution et renouvellement des permis par exemple) et des droits proportionnels à la surface des permis (redevances superficiaires). Par contre un équilibre doit être recherché entre les droits d'extraction ad valorem (proportionnels à la valeur des produits extraits) et les impôts sur les bénéfices. Les premiers assurent des rentrées régulières au budget, que l'exploitation soit bénéficiaire ou déficitaire, mais obèrent le prix de revient auquel ils sont incorporés ; ils doivent donc rester dans des limites raisonnables et ne peuvent donc représenter qu'une faible proportion de la valeur du produit. Les seconds associent le budget à la fortune de l'affaire mais conduisent à des revenus budgétaires variables d'année en année et même fréquemment nuls. Un dosage équilibré des deux formules est à rechercher.

c) Il n'y a pas de différence fondamentale entre un impôt sur les bénéfices et une participation aux bénéfices, si ce n'est que le premier a un caractère règlementaire et la seconde un caractère contractuel. A ce sujet nous voudrions mettre en garde contre une comparaison simpliste avec les régimes pétroliers. Si l'on veut maintenir le principe de la légitime rémunération du capital investi - et c'est essentiel si l'on désire attirer des capitaux frais dans un pays neuf - bien peu de mines peuvent accepter de bonne foi le régime du "fifty - fifty".

d) Le régime fiscal particulier de la mine doit prévoir la constitution de "provision pour reconstitution de gisement " (cf 22 - c) iii)).

e) Le régime fiscal particulier de la mine conduit à sortir celle-ci du régime général, notamment en ce qui concerne les bénéfices industriels et commerciaux, la patente etc...

f) Signalons enfin, pour attirer des capitaux, l'intérêt des Conventions de réciprocité fiscale avec les pays dont les ressortissants sont disposés à investir L'impôt sur le revenu des valeurs mobilières, perçu dans le pays d'origine, c'est-à-dire dans le pays neuf où l'exploitation minière est installée, ne doit pas être à nouveau perçu dans le pays industrialisé dont les capitaux proviennent.

Conclusions

24 - Les données et conditions auxquelles doit satisfaire une règlementation susceptible de favoriser le développement minier d'un pays neuf ne sont pas contradictoires. Elles doivent conduire à un équilibre entre les préoccupations légitimes de l'investisseur (à qui l'on doit offrir des conditions attrayantes et qui a droit à certaines garanties) et la volonté du Gouvernement local de placer les entreprises nouvelles dans le cadre de l'économie locale, de les voir participer à l'équipement général du pays et favoriser son expansion économique et industrielle. Cet équilibre doit être recherché dans un esprit de confiance réciproque et de loyale collaboration.

Sur le plan juridique certaines conséquences de caractère règlementaire ou contractuel peuvent en être tirées, non seulement dans le cadre étroit de la Règlementation minière, mais également dans le domaine de la Règlementation financière, et douanière et de la Règlementation fiscale.

Il va sans dire que certaines de ces remarques s'appliqueraient à d'autres activités que l'exploitation des Mines.

876 F - Oct.1962 - 1,000

E/CONF.29/A/112
15 Oct.1962
ORIGINAL : ENGLISH

UNITED NATIONS CONFERENCE
ON THE APPLICATION OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
FOR THE BENEFIT OF THE LESS DEVELOPED AREAS

Agenda Item: A.3.1.1

Israel

APPRAISAL OF ISRAEL'S WATER RESOURCES AND THEIR ALLOCATION

By Aaron WIENER,
Director General,
Water Planning for Israel Ltd.,
Tel Aviv, Israel

Papers have been contributed to the United Nations Conference on the Application of Science and Technology for the Benefit of the Less Developed Areas as working papers for that Conference. They are published as presented by the contributors, and the contents and the views expressed are those of the contributors. (See notes overleaf.)

NOTES

1. Papers selected for inclusion in General Sessions will be available at the Conference in the following official languages of the United Nations: English, French, Russian and Spanish.

2. Papers selected for inclusion in Specialized Sessions will be available at the Conference in only one of the above official languages.

3. Summaries of all papers, as submitted by contributors, will be available at the Conference in the following official languages of the United Nations: English, French, Russian and Spanish.

4. Papers and summaries will not be available for general distribution in advance of the Conference. They will be published in advance in limited quantities only for the use of delegations of participating governments and of other authorized participants. Post-Conference publication and general distribution of the Conference Proceedings will follow United Nations practices as laid down by the United Nations Publications Board.

APPRAISAL OF ISRAEL'S WATER RESOURCES AND THEIR ALLOCATION

by

Aaron Wiener, Director General, Water Planning for Israel Ltd., Tel Aviv Israel

I N T R O D U C T I O N

Since the territory of Israel is a strip of land lying between the sea and the desert, its climate is far from uniform. With rainfall occuring only in the winter season (between November and March), the productivity of unirrigated land is limited. The lower temperatures characteristic of the rainy season confine dry farming in most areas to grain of relatively low value. Furthermore, the year-to-year variability of rainfall results in uncertainty as to crop yields, particularly in the south, where total crop failures are frequent.

With irrigation, on the other hand, the range of production is considerably widened. A great variety of high-value crops (especially citrus) can be grown if a reliable water supply is provided. Hence, the high demand for irrigation water, which was supplied in 1961 to the amount of 870 MCM .

The country's rapidly growing industrial production also causes steadily increasing demands for additional water. In 1954/55 approximately 160 MCM were supplied for urban and industrial uses; more than 275 MCM were supplied during 1961; a considerable part of this increment is due to industrial growth. In the next decade a growth in industrial production exceeding 10% is anticipated annually thus the rise in the industrial demand for water over the next eight years is estimated at 80 - 100 MCM.

Israel has now reached a stage where the demands for water in agriculture and in industry are already competing. The eight-year plan (1962 - 1970) for the development of water resources in Israel, tries to resolve this conflict by using advanced methods of appraisal of the potential water resources, and by determining criteria for the allocation of water to different uses.

AVAILABLE WATER RESOURCES

Unfortunately, there is a considerable distance between the location of the sources of supply and the centres of highly concentrated demand - the large blocks of irrigated lands and the main industrial areas.

MCM = million cubic metres

Almost two-thirds of the arable land of Israel is located south of Tel Aviv, the approximate half-way point on Israel's 400km. border-to-border length. In this southern zone, only 15% of the potential water resources are found. Hence, water surpluses over and above local demand occur in the north, whilst most of the remaining irrigable yet undeveloped lands and areas of prospective industrial development lie in the south. This difficulty had to be overcome in the past by costly conveyance systems over long distances. Undeveloped water resources will also have to be conveyed by similar systems, the largest being the Jordan project with its 108" dia. cross-country pipeline.

The topographical situation is likewise unfavourable: almost 70% of the country's water resources occur at an elevation only slightly above sea level, another part in depressions down to 200 m. below sea level, whilst the elevation of most irrigable lands varies between 70 and 200 m. above sea level. To overcome this unfavourable topographical distribution, water has to be pumped necessitating an average energy consumption of approximately 800 watt-hours per cu.m. of water supplied.

The annual amount of 1,500 MCM of fresh water will be developed by 1970. This figure represents the "permissible" annual yield of the proven freshwater resources, considered safe for continuous utilization. They are roughly composed of:

Rivers	33%
Groundwater	54%
Reclaimed sewage	8%
Intercepted storm run-off	5%

The estimates are based on very advanced appraisal methods, and their accuracy is probably higher than the one usually accepted in many countries; still some inherent inaccuracy remains.

METHODS OF APPRAISAL

Perpetually short of water, Israel devotes the energies of her specialists to exploring hitherto unused water resources, and to intensify the use of partly developed ones. A prerequisite to intensive development is the application of advanced appraisal methods.

The appraisal of river flow has been achieved by conventional methods. Since the rivers are few in number and their flow is small, conventional methods of gauging and of statistical analysis are being utilized as elsewhere.

A more difficult and weighty problem however was the appraisal of groundwater. It represents not only the most important water resource of Israel, but also poses the most complex problems.

Appraisal of Groundwater Resources

Groundwater in Israel occurs mainly in two water-bearing formations: the shallow sand and sandstone aquifer situated along and discharging directly into the Mediterranean, and the deep limestone aquifer draining the outcrops of the Galilean mountains, the Carmel range and the Judean hills. The later formation feeds at least three of the perennial rivers discharging into the Mediterranean.

The Shallow Aquifer

The shallow coastal aquifer is now almost fully utilized by a large number of boreholes. Intensive exploitation inevitably results in a certain encroachment of sea water which may endanger the whole aquifer.

Hydrological investigations in this coastal aquifer are based on a network of observation wells. The network, arranged in 2 km. x 2 km. squares, includes more than 300 observation wells reaching down considerably below the groundwater table. 40 - 50 wells were equipped with automatic level recorders. A further 40 deep boreholes, penetrate to the lower impervious layers. This last group was constructed in order to identify the underlying strata. They enable a close observation of the movement of the saltwater - freshwater interface. More specifically the network was designed for the following purposes:

(a) Recording of groundwater levels and studying their fluctuations;

(b) Geological information with special emphasis on the location of impervious strata (aquicludes);

(c) Providing data for calculating the main constants of the aquifer, i.e. its transmissivity and storativity in each particular area;

(d) Introducing groundwater tracers (dyes and radioactive isotopes) and observing or sampling their intensity;

(e) Determining the location of the salt -- freshwater interface along the coast and determination of changes in the width of its dispersion zone;

(f) Elucidation of the subsurface geology of the aquifer and of the interconnections existing between its different layers;

(g) Determination of the total volume of the aquifer.

The observation well network has yielded a vast amount of geological and hydrological information. A detailed geo-hydrological map of

the coastal zone has been drawn and water balances calculated for individual areas.

Equations for the water balances of individual areas were based mainly on data obtained from water-level contour maps compiled from levels recorded in the observation wells. Special care has been given to the proper distinction between the upper phreatic water table and the groundwater potentials in the lower water-bearing formations, in order to ensure that the data used in the plotting of contours refer to the same aquifers.

Additional data for these balances was obtained by pumping and recharge tests. The tests were conducted and interpreted by conventional methods. However, owing to the high density of the pumping wells in the coastal aquifer, disturbance of observations by pumping from neighbouring wells could not always be eliminated and therefore these tests were only of limited usefulness.

All these methods supplement each other and result in a detailed physical model of the aquifer. Behaviour of the system under various schemes of operation was then studied by conventional mathematical methods and a Hele-Shaw type analog model simulating the geological configuration and the hydrological constants of the aquifer. These constants, including storativity, transmissivity, natural replenishment (either vertically by infiltrating rain or laterally by inflow from other formations), hydrological boundaries of the aquifer, and the general groundwater regimen, are all needed in estimating the permissible exploitation and in elaborating an exploitation scheme for the area.

Such an exploitation scheme has to be based on a predetermined position of the saltwater - freshwater interface in a "steady state" condition to be reached at some future date. The movements of the saltwater - freshwater interface were also simulated on a proper time scale, on the Hele-Shaw model. In order to maintain the chosen position of the interface, the groundwater potential at a certain distance inland of the coast has to be kept at a predetermined level.

However, until the final steady-state groundwater levels are reached, permissible withdrawals can be increased, by taking full advantage of the so called "one time reserve". This one-time reserve is composed of

(a) The volume of water contained in the formation between the initial and final position of the water table; and

(b) The freshwater displaced by the contemplated inland movement of the saltwater-freshwater interface.

The basic mechanism involved is clear. Until withdrawals from the formation started, the whole natural replenishment was being

discharged into the Mediterranean. After intensive pumping from the aquifer, however, an intermediate state was created, with the levels of groundwater dropping and its seaward flow reduced. In the proposed final "steady state" pumping rates will not exceed the permissible withdrawals, and an appropriate seaward flow of groundwater will still be maintained to keep the intruding sea water within the predetermined distance. The permissible sea water intrusion can be defined somewhat arbitrarily.

The permissible extent of inland movement of seawater defines the unavoidable loss to the sea: the greater the inland movement, the smaller the loss, but the higher the risk involved. Such calculated risks can be incurred only by having available for the operation the fullest and most detailed data on the geology and hydrology of the coastal aquifer.

The Deep Aquifer

The second main source of supply, which accounts for the country's remaining groundwater and for a considerable part of the surface flows appearing as springs, is the Turonian-Cenomanian aquifer of the country's hilly region. This aquifer is of high complexity.

The water is known to be of excellent quality. In a few cases however it turns saline "all at once", as for example in the case of the Tanninim river near Caesarea or the Naaman river near Haifa.

Even freshwater springs are not an unmitigated blessing in a semi-arid country like Israel. The peaks of spring-yield occur in winter when demand is at its ebb. Seasonal storage in artificial surface reservoirs is costly and wasteful as it entails large losses by evaporation. It is therefore advantageous to decrease spring flow by artificial abstraction of groundwater through boreholes so that the combined hydrograph of spring flow plus pumpage from boreholes shows a peak in summer and satisfies demands.

Plans for the control and diversion of spring flow by pumping from wells necessitated detailed quantitative investigations. In this context methods of analysing and predicting the spring hydrograph were developed. The decay characteristics of a spring (i.e. characteristics of the hydrograph during the dry season) are a function of the geometry of the groundwater reservoir, its storativity and the driving head. Only the driving head represents a variable parameter. Analysis of the spring hydrograph enables calculation of the "state of fullness" of the groundwater reservoir corresponding to a given instantaneous yield of the spring. From here, if the scheme of artificial abstraction is specified, future behaviour of the system can be predicted.

The Tanninim river represented the most crucial case. It has a comparatively large discharge (for a semi-arid country), and its favourable geographical situation coupled with the stability of its

flow would have made it an important source of water, but for its high salinity. The subterranean flow channels which feed this river were studied with the aim of finding the causes of the river's high salinity and of formulating plans for interception of the available flow by wells before the water becomes saline. As a result, an exploitation plan was drawn up and a considerable part of the underground flow is intercepted while still fresh.

In the case of the Naaman river, almost all the groundwater which previously issued from saline springs is now diverted through boreholes as freshwater. The observed water levels and residual spring flow tally very closely with theoretical predictions. It was even found possible to control the rate of reduction of spring flow during different seasons.

ADVANCED PLANNING OF THE USE OF RESOURCES

Failure to foresee results of uncontrolled development of groundwater resources, may do irreperable damage.

Since Israel is now nearing very closely the permissible limits for exploitation, it became imperative to develop adequate tools for much more detailed appraisal and control than available hitherto, when theories and measuring techniques for predicting the rate of water movement were available for only a few sets of conditions, and in a rather generalised form. Among the results of efforts towards an intensified but fully controlled utilization of the available water resources, mention must be made of two recent developments in Israel, namely that of underground storage of surface waters and that of the coastal groundwater collector.

Underground Storage of Surface Waters

Geological and hydrological criteria have been developed for evaluating the suitability of aquifers for artificial recharge of surface waters and for temporary storage for subsequent use. Special study was made on the effect of recharge operations on groundwater quality, especially when the chemical composition (mineral contents) of the recharged water is different to that of the aquifer. An example of the recharge of water with higher mineral concentration into a relatively fresh aquifer will be the recharge of Lake Tiberias water into both the coastal and Cretaceous aquifers. Very considerable amounts of water will be recharged into and withdrawn from these two aquifers during a few months every year for the purpose of seasonal and long-year regulation of the Jordan water supply project.

Coastal Groundwater Collector

The basic idea of the coastal collector to be laid parallel to the Mediterranean coast, is to reduce to the minimum the outflow of groundwater to the sea, necessary to protect the aquifer. Pilot plants of various types (shallow wells, drains) have been constructed to verify the extent to which, under prevailing geological conditions, the seaward seepage of groundwater may be reduced below the amounts hitherto accepted as necessary.

Laboratory model tests and preliminary calculations indicate the possibility of intercepting a considerable portion of this outflow without endangering the aquifer. The amount of water intercepted in this way is estimated to increase the hitherto permissible maximum for exploitation by about 8%.

Evaporation Control

Planned management of natural vegetation and regular control of groundwater levels in areas where a high water table may lead to excessive evaporation through capillary action, offers possibilities of saving more water and thus increasing water yields. An example of practices holding such promise are black-radiation measurements (from helicopter) of various types of vegetative cover, to determine the feasibility of saving water by reducing the density of brush cover along water courses, by regulating the water courses themselves, and by planting chosen types of vegetation that may forestall the development of water consuming plants.

Waste Prevention

Last but not least, the available supplies may be increased by the reduction of waste. Extensive research in this field has now been initiated in parallel with the appraisal of naturally available resources. Measures applied for decreasing the waste of water in irrigated areas, concentrate mainly on:-

(a) Minimising losses, in storage and transport, due to seepage and evaporation and consumption by non-beneficial plants. A complex system of open water channels in the Hula irrigated region in northern Israel is being replaced by closed pipe systems (more than 80% of all distribution systems in Israel are closed pipe systems);

(b) Proper timing of irrigation, and its precise adaptation to the physiological requirements of the plants;

(c) Thorough analysis of climatic and soil characteristics in each region, to determine the optimum conditions for crop development;

(d) Analyses of comparative yields of crops under various

applications of water, mainly with the aim of reducing the amount of water applied per unit of area, and in order to obtain maximum crops per unit volume of applied water.

The measures adopted to reduce excessive use of water in municipal and urban areas are based mainly on universal metering, coupled with progressively increasing rates. The rates structure does not represent the real cost of production of marginal quantities of water used; it is a deterrent measure aimed in the last count at equalizing the rate for such marginal uses with the cost of the only unrestricted supply potentially available, i.e. the demineralization of sea water.

With further developments and the initiation of sewage reclamation on a large scale, it will become clear whether this measure of universal metering and rates are justified. Doubts that may arise in this connection stem from the very high percentage of the municipal supply reappearing in the sewers - since the returning sewage constitutes 87%, only 13% of the water supplied to the towns represents a real consumptive use, and only a part of this use can be saved by the adopted measures.

CRITERIA FOR ALLOCATION OF WATER RESOURCES TO COMPETING USES

Taking into account the very high proportion of the available resources already under regular utilization, it is justified to predict ultimate limitations to the development of agriculture. The supply of water for irrigation has risen from 260 MCM in 1949 to 870 MCM in 1961. The volume of agricultural output increased during that period in terms of constant (1961) prices from IL.220 million to IL.1,070 million in 1961.

The presently available water resources will never suffice to irrigate all undeveloped irrigable land. Extensive investigations have been initiated to determine the marginal productivity of water in various regions and under different crop patterns. The results will then be compared to those for alternative uses in industry and will guide the allocation of the marginally available scarce supplies.

872 E - Oct.1962 - 1,600

E/CONF.39/A/112/Corr.1
14 Jan.1963
ORIGINAL : ENGLISH

UNITED NATIONS CONFERENCE
ON THE APPLICATION OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
FOR THE BENEFIT OF THE LESS DEVELOPED AREAS

C O R R I G E N D U M

Agenda Item A.3.1.1 should read : A.

872 E - Jan.1963 - 1,600

E/CONF.39/A/113
15 Oct.1962
ORIGINAL : FRANCAIS

CONFÉRENCE DES NATIONS UNIES
SUR L'APPLICATION DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNIQUE
DANS L'INTÉRÊT DES RÉGIONS PEU DÉVELOPPÉES

Point de l'ordre du jour : A. 3. 2. 3

Portugal

NOUVELLES PERSPECTIVES DANS LE PROJET ET LA CONSTRUCTION DE BARRAGES ECONOMIQUES EN BETON

Par J. Laginha SERAFIM,
Chef du Service de Barrages
du Laboratorio Nacional de Engenharia Civil

Les mémoires rédigés à l'intention de la Conférence des Nations Unies sur l'application de la science et de la technique dans l'intérêt des régions peu développées sont des documents de travail. Ils sont publiés tels qu'ils ont été présentés et les assertions et opinions qu'ils contiennent sont celles de leurs auteurs.

NOTES

1. Les mémoires choisis pour être présentés en séance générale pourront être obtenus à la Conférence dans les langues officielles suivantes des Nations Unies: anglais, espagnol, français et russe.

2. Les mémoires choisis pour être présentés en séance spéciale pourront être obtenus à la Conférence dans l'une seulement de ces langues officielles.

3. Les résumés qui ont été rédigés pour tous les mémoires par les auteurs de ceux-ci pourront être obtenus à la Conférence dans les langues officielles suivantes des Nations Unies: anglais, espagnol, français et russe.

4. Préalablement à la Conférence, les mémoires et les résumés ne feront pas l'objet d'une distribution générale mais d'un tirage restreint destiné aux délégations des gouvernements et autres participants officiels. La publication et la distribution générale des actes de la Conférence s'effectueront conformément aux règles et pratiques agréées par le Comité des publications des Nations Unies.

NOUVELLES PERSPECTIVES DANS LE PROJET ET LA CONSTRUCTION DE BARRAGES ECONOMIQUES EN BETON

par J. Laginha Serafim
Chef du Service de Barrages du
Laboratorio Nacional de Engenharia Civil

1. INTRODUCTION. L'eau est un élément fondamental dans le progrès urbaniste, industriel et agricole des sociétés. L'aménagement rationnel des ressources hydrauliques ainsi que l'économie de l'eau sont considérés des objectifs prioritaires en des régions économiquement sous-développées, d'autant plus que le manque de ce produit vital s'y fait le plus sentir. La construction de barrages de retenue selon les principes les plus perfectionnés de la technique, obéissant à des critères de sécurité et économie, pose au génie civil des problèmes du plus grand intérêt.

Le choix des emplacements des barrages et celui des matériaux de construction, l'appréciation des caractéristiques et propriétés des fondations, le dimensionnement du barrage - sa forme, épaisseur, détails d'exécution - l'emplacement et les dimensions des organes évacuateurs des crues, l'observation permanente du comportement et sécurité de l'ouvrage après son achèvement, ne peuvent être résolus que par l'étude et la recherche portés sur chaque cas particulier. On peut prétendre, par conséquent, que la construction de grands barrages de retenue est un des facteurs déterminatifs de la création et maintien de grandes institutions de recherche dans le génie civil.

En général, lorsque les fondations sont en terre ou en roches peu compactes, les barrages seront en terre ou en enrochements, ce qui exige la présence de terre ou de rocher de qualité adéquate dans les environs. Lorsque les fondations sont en roche, et on peut disposer de ciment, les barrages en béton sont les plus économiques. Alors, on peut employer une grande quantité de main-d'oeuvre locale et développer bien des techniques du génie civil nécessaires à d'autres ouvrages en béton, tels que des ponts, grands bâtiments, etc. Le problème de la dérivation du cours d'eau pour la construction du barrage et celui de l'évacuation des crues sont ici résolus plus aisément que dans le cas de barrages en terre ou en enrochements, vu que l'ouvrage peut être franchi par l'eau sans danger.

Jadis, le type le plus courant de barrage en béton c'était le barrage poids massif où la poussée de l'eau était compensée par le poids de la structure à laquelle on donnait parfois une forme courbe en plan, ce qui permettait de réduire les épaisseurs. Toutefois le progrès des sciences de l'ingénieur et, en particulier, celui des méthodes expérimentales a conduit au perfectionnement des types traditionnaux de barrages et au développement de nouveaux types. De ce fait, les barrages poids sont remplacés très avantageusement du point de vue économique, par les barrages à contreforts, spécialement de tête massive et jumelés. Quant les vallées ne sont pas excessivement larges, l'usage s'est répandu de barrages à voûte unique et petite épaisseur, qui peuvent céder le pas à des barrages à voûtes multiples lorsque les vallées sont larges.

En particulier, les types de barrages où l'on fait usage de la voûte traduisent l'existence de techniques perfectionnées de dimensionnement, de recherche et de construction; en plus, ils présentent des avantages remarquables quant à la sécurité et à l'économie. En effet, les barrages voûtes offrent une marge de sécurité bien plus étendue que celle des barrages poids et l'économie dans le volume de béton peut arriver jusqu'à 75 %.

Dans cette communication, après un bref aperçu des travaux de recherche en cours dans le domaine des barrages qui concernant directement leur dimensionnement, on présentera les nouvelles tendances qui se dessinent dans le projet et construction de barrages-voûtes minces.

2. ETUDES DE BARRAGES. La recherche dans le domaine des barrages en béton s'est poursuivie en des champs différents. En premier lieu, dans l'étude des roches de fondation, visant la connaissance de leur structure géologique, leurs propriétés mécaniques, leur perméabilité, leur altération et la possibilité de leur traitement et amélioration. On a développé de nouvelles méthodes et théories pour l'étude des roches, entre autres celles de la géophysique et de la mécanique des roches. Les essais "in situ" pour la détermination de la déformabilité (Fig.I) et de la résistance au cisaillement (Fig.II) sont à présent considérés indispensables pour le projet d'un barrage en béton et évaluation de la sécurité de la structure et de ses fondations (Ref. 1 et 2).

Un autre domaine où la recherche tient un rôle important est celui de la définition des forces auxquelles les barrages sont soumis. La pression hydrostatique est facile à définir, tandis que les variations de la température à l'intérieur du béton (Ref.3), la sous-pression (Ref.4) et les actions séismiques (Ref.5) posent beaucoup de problèmes auxquels il faut apporter une solution si l'on veut projeter un barrage en conditions de complète sécurité. De même le poids propre qui augmente au fur et à mesure que l'ouvrage grandit, peut produire un complexe d'efforts qu'il faut étudier (Ref.6).

L'effet de ces forces sur le barrage et ses fondations peut être l'objet de calculs par voie analytique, dont la complexité est bien connue et qui aujourd'hui ont recours aux calculatrices électroniques (Ref.7).

Toutefois, la recherche sur les états de contrainte, vu leur complexité, n'a pu aboutir que moyennant l'essai sur modèles obéissant aux lois de la similitude mécanique, en employant des techniques appropriées (Ref.8).

Au Portugal, l'étude structurale des barrages par rapport à la pression hydrostatique et au poids propre est faite systématiquement par des essais sur modèle (Ref.9), soit en régime élastique (Fig.III), soit jusqu'à la rupture (Fig.III), ce qui revient à déterminer avec sens physique, le coefficient de sécurité global de ces structures (Ref.9). Des recherches en cours actuellement offrent aussi la possibilité de déterminer les effets des variations thermiques (Ref.11) et de séismes (Ref.12) sur les barrages en béton à partir d'essais sur modèles.

Encore un domaine important du travail expérimental et d'investigation est celui de l'observation des barrages. Cette activité se justifie d'un côté par le besoin de posséder un contrôle permanent de la sécurité de ces ouvrages; par ailleurs, c'est l'observation de la nature qui peut donner une idée exacte des problèmes réels à étudier. L'observation des ouvrages (Ref.13) consiste, en général, dans la mesure de déplacements par des méthodes de géodésie (Ref.14) ou par des appareils installés à l'intérieur, tels que des pendules et des clinomètres; elle consiste aussi dans la mesure d'extensions (Fig.V) et contraintes (Ref.14), de températures, ouverture de joints, pression intersticielle, etc. On peut dégager de nombreux enseignements de l'analyse des résultats de l'observation de barrages, particulièrement si on peut séparer les effets des différentes forces (Ref.16).

3. BARRAGES A VOUTE UNIQUE. Au cas où les vallées ne soient pas très larges, on peut avoir recours, avec économie et sécurité, aux barrages à voûte unique.

On peut dire que le barrage voûte est le type le plus sûr d'ouvrage de retenue d'eau, son coefficient de sécurité (Ref.10) s'élévant souvent au-dessus de 10. Cette solution permet des dispositions économiques et élégantes pour la dérivation provisoire, les ouvrages de vidange et les évacuateurs de crues.

En effet, si le rapport entre la largeur et la hauteur de la vallée n'excède pas 5 ou même 7 et si les fondations sont favorables, bien qu'elles ne soient pas de rocher de bonne qualité, le barrage à voûte unique peut apporter une économie en béton qui va jusqu'à 50% ou 75% par rapport au barrage poids, pourvu qu'on réussisse à utiliser toute la résistance à la compression du béton, c'est-à-dire, pourvu qu'on donne au barrage les formes les plus adéquates.

La forme la plus intuitive et donc la plus simple et traditionnelle, est constituée par un parement cylindrique et vertical à l'amont et un parement conique à l'aval, les arcs étant circulaires en plan. Cette solution présente, toutefois, l'inconvénient de ne pas se servir au mieux du poids propre, dans le sens d'éliminer les contraintes de traction dues à la pression hydrostatique.

La critique que ces formes traditionnelles ont subi par suite des résultats des calculs et des essais sur modèle, a conduit à un tracé des barrages voûtes avec courbure dans la verticale et diminution des rayons à la partie inférieure. Les études les plus récentes ont démontré l'avantage qu'il y a à augmenter la courbure verticale et encore à diminuer la courbure des arcs à mesure qu'approchent leurs naissances, car de ce fait, on donne à l'ouvrage des formes prochaines de la surface anti-funiculaire des charges. Ceci revient à obtenir des formes où les compressions sont presque égales en tout le volume du béton (Fig.VI), ce qui correspond à l'utilisation la plus économique de ces matériaux.

Un tracé évolué du barrage-voûte est celui de l'arc de trois centres avec courbures variables dans les verticales. Ce type de tracé (Fig.VII) permet d'obtenir des structures de toute svelteese (Fig. VIII) et parfaitement adaptées aux fondations, même lorsque leur qualité est mauvaise. En effet, avec ce type de tracé, on peut obtenir des incidences appropriées dans les fondations, c'est-à-dire, des angles au centre très petits (Ref.12). Ces formes sont définies par des équations dans le projet, ce qui est très convénient pour la précision de l'emplacement des coffrages et ainsi que pour l'aspect final de l'ouvrage.

Lorsque la vallée est très large et le barrage n'est pas élevé, c'est très difficile ou même impossible d'utiliser toute la capacité de résistance à la compression du béton et d'éviter les contraintes de traction seulement par le jeu des formes du barrage. D'où, l'idée récente de provoquer un état de contrainte initiale opposée à lapression hydrostatique, c'est-à-dire, soumettre le barrage à une précontrainte horizontale, susceptible de produire des compressions au pied amont et aussi à la partie supérieure de la voûte, à l'aval. A cet effet, on installe dans quelques joints du barrage des vérins plats, type Freyssinet, qui soient capables d'ouvrir ces joints et ainsi opérer un déplacement de la structure vers l'amont; on place aussi un ou plusieurs câbles à la partie supérieure du barrage qui puissent la déplacer vers l'aval (Fig. IX et X). Cette méthode de mise en précontrainte a le grand avantage d'offrir une meilleure marge de sécurité au barrage, tout en améliorant les conditions de stabilité de ses culées.

Dans le projet traditionnel des barrages, les joints de construction et ceux de bétonnage dont des détails des plus importants au point de vue technique et de coût de la construction. Cependant, l'observation des barrages-voûtes de double courbure, montre que les joints n'ouvrent pas dans la région centrale, après la construction. D'où l'on conclut qu'on peut dispenser les joints dans la région centrale de ces barrages, les laissant seulement dans les culées et près de la fondation (Fig. VII, IX et X). On considère que ce type de construction peut représenter une économie substantielle par rapport au projet typique de barrage construit en blocs.

4. BARRAGES A VOUTES MULTIPLES. Lorsque les vallées sont très larges, par ailleurs le barrage poids on a fait usage d'autres types de barrages en béton, tels que les barrages à contreforts indépendants, de tête massive, simples ou jumelés, et les voûtes multiples cylindriques.

Les contreforts indépendants ne représentent pas une économie très remarquable en face du barrage poids, constituant des structures qui ne se servent pas de la troisième dimension, car elles ne résistent que dans le plan vertical. En ce qui concerne les voûtes multiples employées jusqu'à présent, leur forme traditionnelle est la voûte cylindrique mince, très inclinée et dont la portée va de 1/5 jusqu'à

la moitié de la hauteur, au maximum. Ceux de ces barrages où la portée est plus petite, exigent l'installation d'une armature importante; d'un autre côté, les épaisseurs trop faibles entraînent des difficultés et ainsi la majoration du coût unitaire de la construction.

Ayant en vue les avantages des épaisseurs de construction plus grands, disons supérieures à 1 m ou 1,5 m, on a étudié à partir de membranes (Ref.17) et ensuite sur modèles (Fig.XI) des barrages à voûtes multiples, avec double courbure et grande portée qui peuvent rendre la construction très économique.

Ces formes sont facilement adaptables à des vallées de toute configuration, en pouvant faire varier la portée des voûtes ou, au cas où la géologie le conseille, combiner ce type de barrage avec des barrages latéraux en terre (Fig.XII). Ainsi on obtient des solutions très intéressantes.

En général, le problème le plus délicat posé par ces barrages est celui du dimensionnement des contreforts. Les modèles, toutefois, constituent la méthode la plus sûre pour ce dimensionnement et pour étudier des problèmes concernant la différente rigidité de la fondation et du béton, etc. Quand la qualité des fondations est mauvaise, on peut employer avec avantage la mise en précontrainte des contreforts.

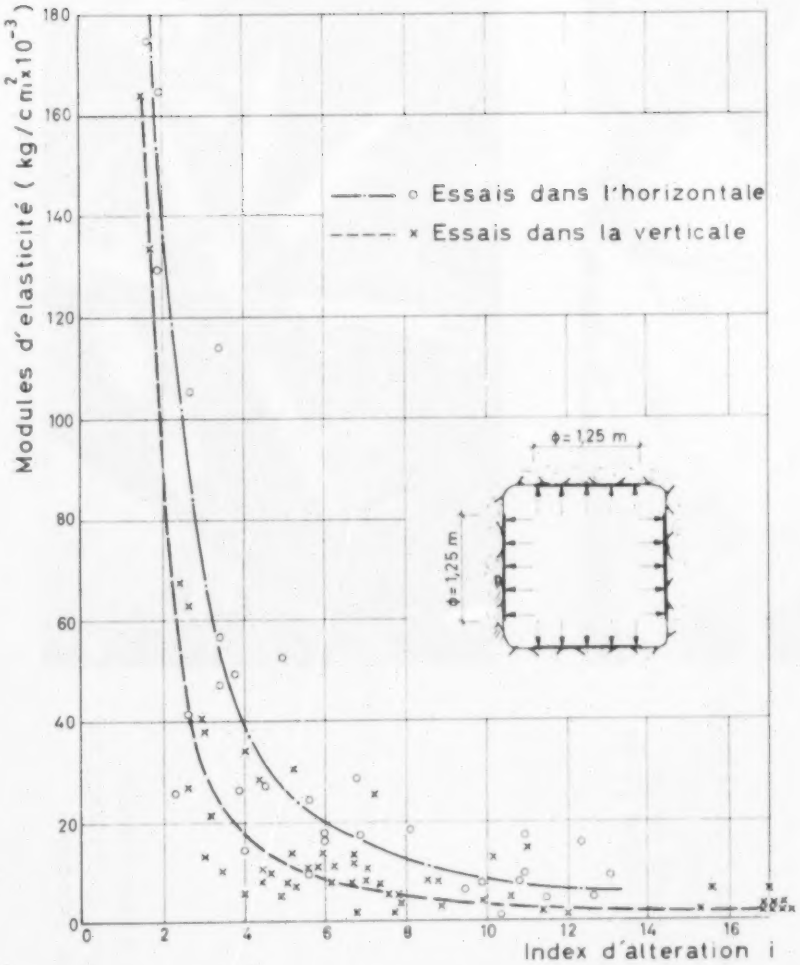

FIG I RAPPORT ENTRE LES MODULES D'ELASTICITÉ OBTENUS "IN SITU" SUR DES ROCHES GRANITIQUES ET LES INDEX D'ALTERATION

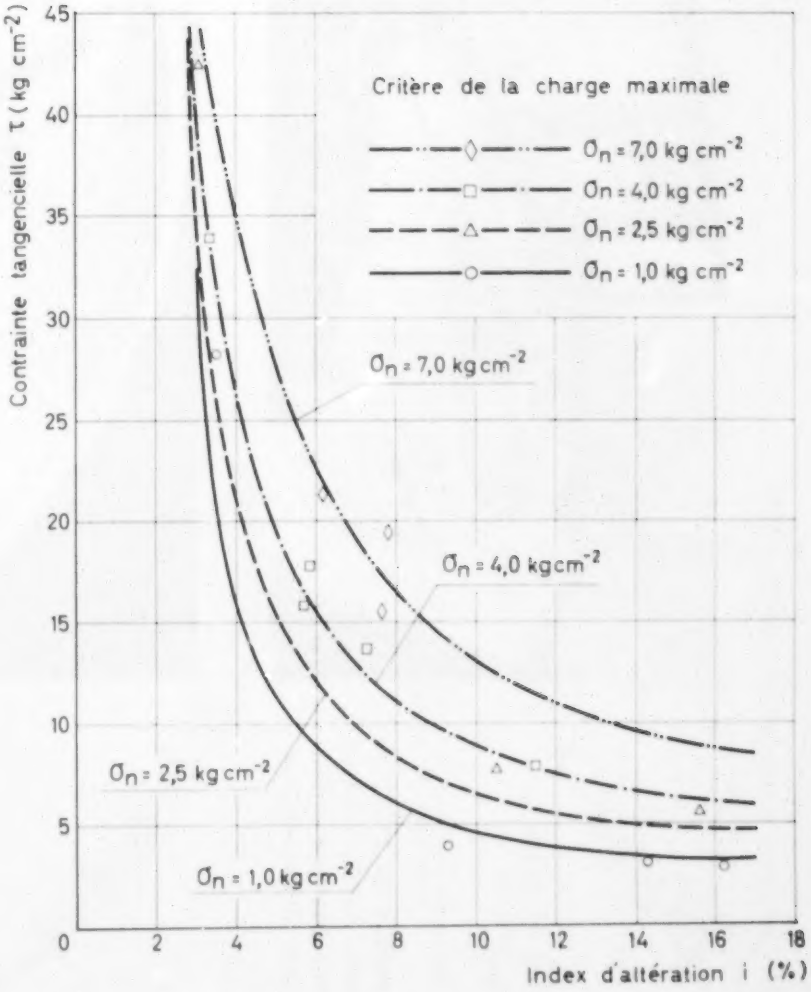
Contrainte tangencielle τ (kg cm⁻²)
Index d'altération i (%)
Critère de la charge maximale
σn = 7,0 kg cm⁻²
σn = 4,0 kg cm⁻²
σn = 2,5 kg cm⁻²
σn = 1,0 kg cm⁻²
σn = 7,0 kg cm⁻²
σn = 4,0 kg cm⁻²
σn = 2,5 kg cm⁻²
σn = 1,0 kg cm⁻²

FIG II – RESULTATS DES ESSAIS DE CISAILLEMENT "IN SITU" DES GRANITS

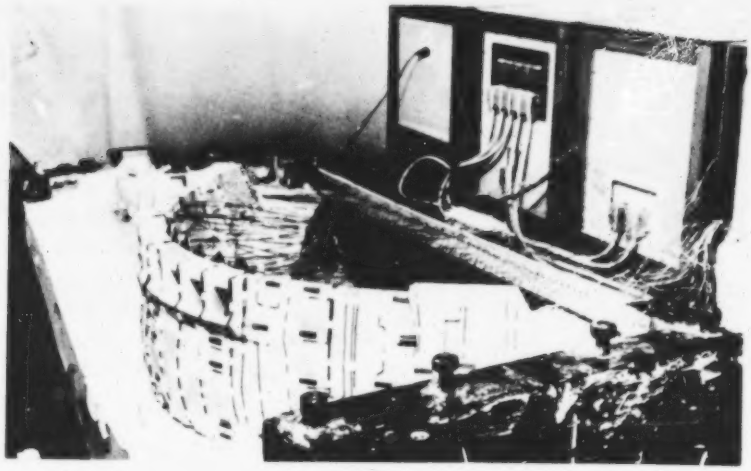

Fig. III
Essai sur modèle de l'action de la pression hydrostatique dans un grand barrage voûte avec déversoir à ouvertures

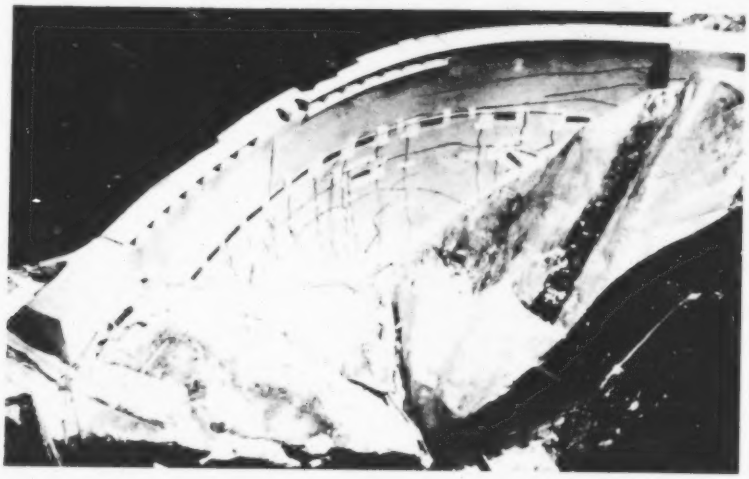

Fig. IV
Essai d'un modèle d'un barrage voûte jusqu'à rupture par l'action simultanée de la pression hydrostatique et du poids propre

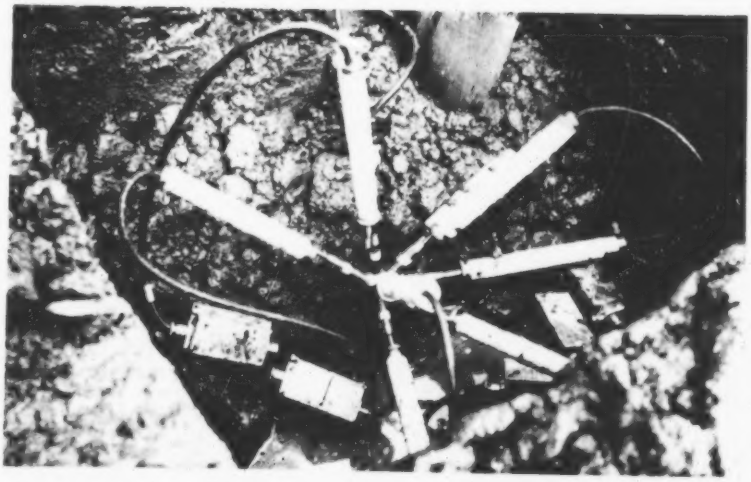

Fig. V
Installation d'une étoile d'extensomètres à l'intérieur du béton d'un barrage

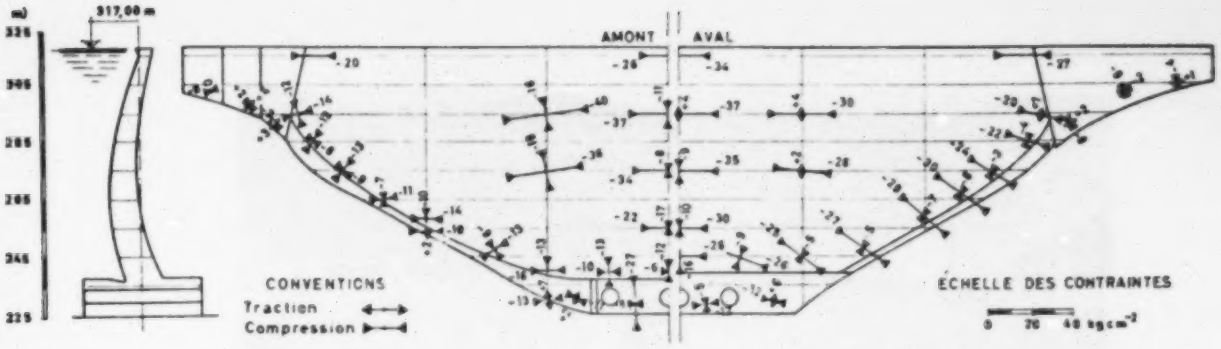

Fig. VI - Contraintes principales dans une voûte dues à l'action simultanée du poids propre et de la pression hydrostatique. Noter l'équilibre général des contraintes.

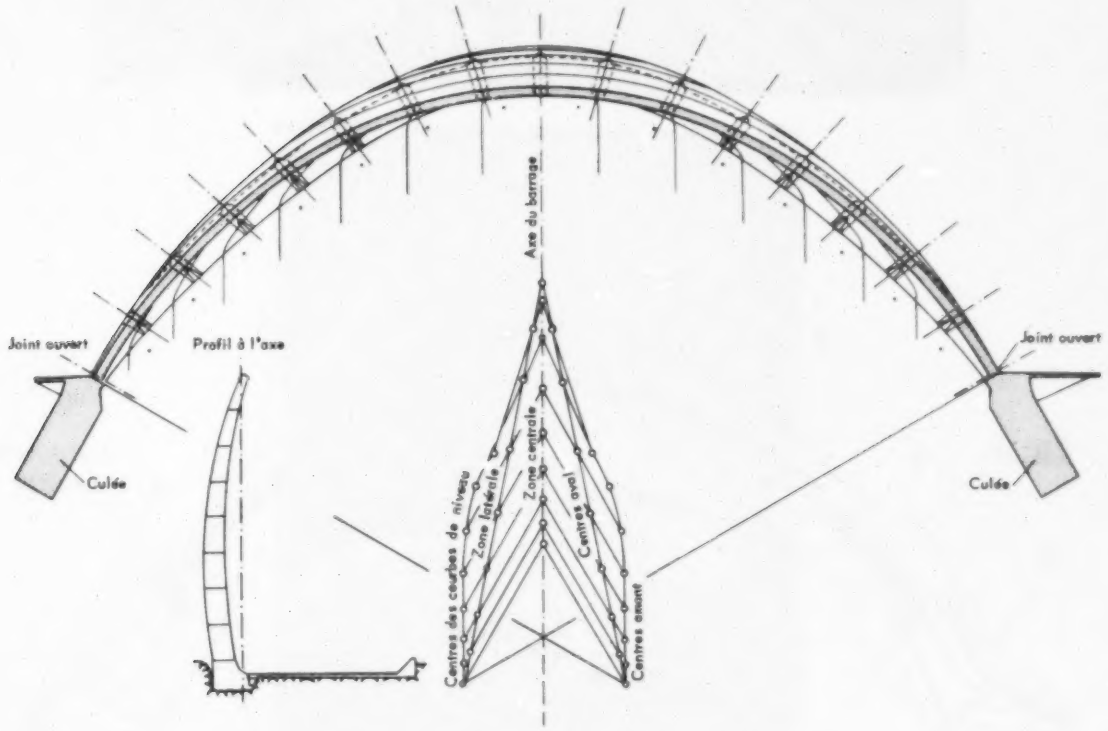

Fig. VII - Barrage route mince à courbure variable

Fig. VIII - Barrage voûte à 3 centres

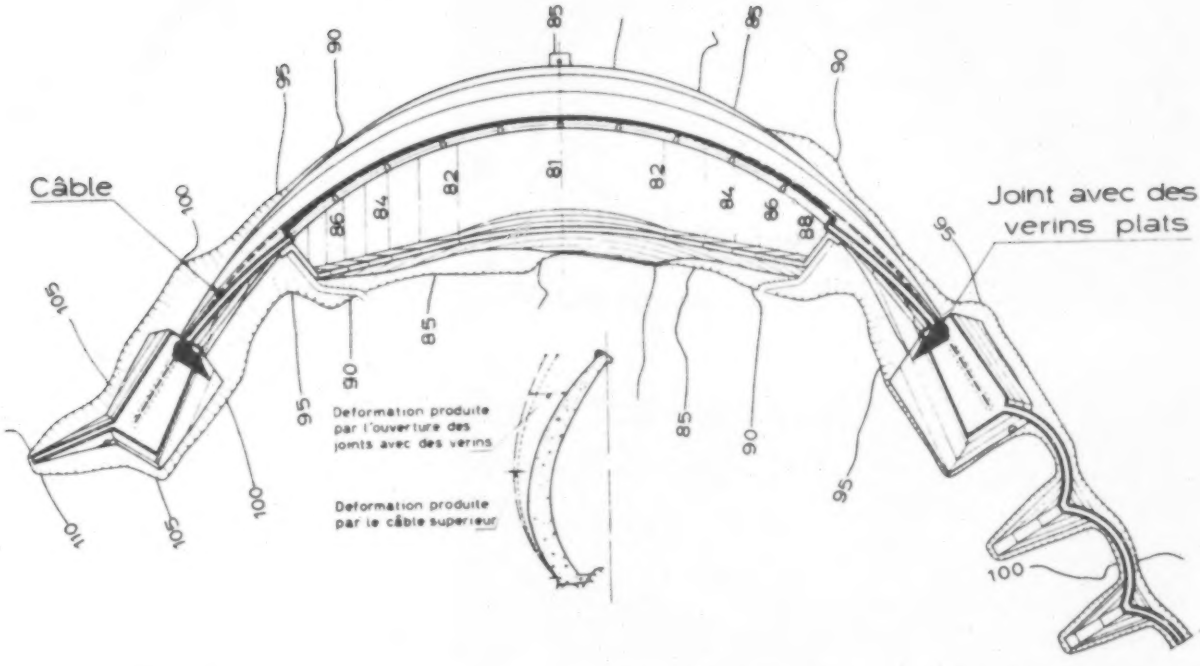
Câble
Joint avec des verins plats
Deformation produite par l'ouverture des joints avec des vérins
Deformation produite par le câble superieur

Fig. IX - Barrage voûte pour large vallée avec precontrainte horizontale

Fig. X - Distribution des joints dans un barrage voûte mince avec précontrainte horizontale

Fig. XI - Modèle d'un barrage à voûtes multiples de grande portée

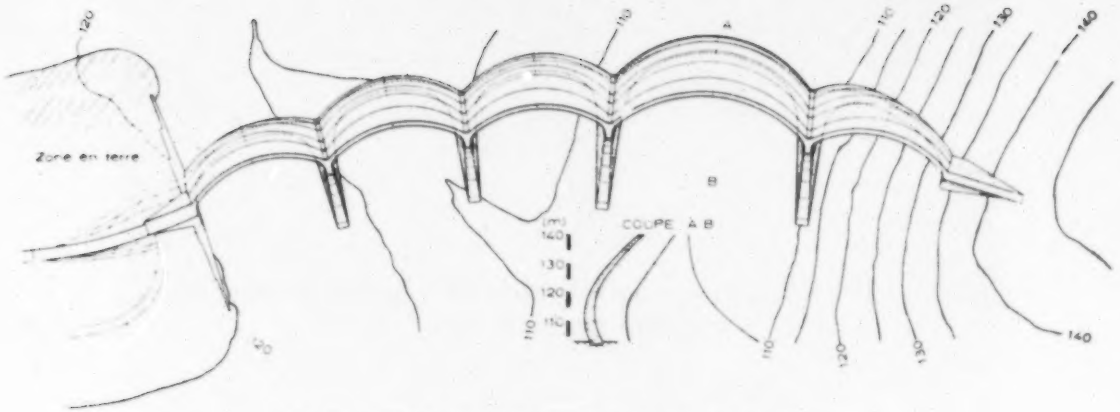

Fig. XII - Solution en voûtes multiples pour très large vallée

856 F - Oct. 1962 - 1,000